BIBLIOTHÈQUE
DE PHILOSOPHIE CONTEMPORAINE

LA NOUVELLE
PSYCHOLOGIE ANIMALE

PAR

GEORGES BOHN

Directeur du laboratoire de biologie et psychologie comparée
à l'École des Hautes Études.

« L'idée de science est intimement liée à celle de mécanisme et de déterminisme. » GIARD.

Ouvrage couronné
par l'Académie des sciences morales et politiques.

PARIS
LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN
MAISONS FÉLIX ALCAN ET GUILLAUMIN RÉUNIES
108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

LA NOUVELLE
PSYCHOLOGIE ANIMALE

PRINCIPALES PUBLICATIONS DU MÊME AUTEUR

L'Évolution du pigment. 1 vol. de la Bibliothèque *Scientia*, 1901.

Des mécanismes respiratoires chez les Crustacés, essai de physiologie évolutive. *Bulletin scientifique de la France et de la Belgique*, 1901.

Attitudes et mouvements des Annélides, essai de psychophysiologie éthologique. *Annales des sciences naturelles*, 1906.

Les Convoluta et la théorie des causes actuelles. *Bulletin du Muséum*, 1903.

Introduction à la psychologie des animaux à symétrie rayonnée. 2 vol. in-8°, *Institut psychologique*, 1907.

Attractions et oscillations des animaux sous l'influence de la lumière. 1 vol. in-4°, *Institut psychologique*, 1905.

Impulsions motrices d'origine oculaire. 1 broch. in-8°, *Institut psychologique*, 1905.

De l'évolution des connaissances chez les animaux marins littoraux. 1 vol. in-8°, *Institut psychologique*, 1903.

Revues annuelles des travaux de psychologie comparée. *Année psychologique*, 1904 et 1905; *Institut psychologique*, 1906, 1907, 1908 et 1909 (en collaboration avec A. Drzewina).

La Naissance de l'intelligence. 1 vol. de la *Bibliothèque de Philosophie scientifique*, 1909.

Die Entstehung des Denkvermögens. 1 vol., Leipzig, Thomas, 1910.

Alfred Giard et son œuvre. 1 vol., *Les Hommes et les Idées*, 1910.

LA NOUVELLE
PSYCHOLOGIE ANIMALE

PAR

GEORGES BOHN
Directeur du laboratoire de biologie et psychologie comparée
à l'École des Hautes Études.

« L'idée de science est intimement liée à celle de mécanisme et de déterminisme. » GIARD

Ouvrage couronné
par l'Académie des sciences morales et politiques.

PARIS
LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN
MAISONS FÉLIX ALCAN ET GUILLAUMIN RÉUNIES
108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

1911
Tous droits de traduction et de reproduction réservés.

AVANT-PROPOS

Ce livre est la suite et le complément de mon ouvrage : *la Naissance de l'Intelligence*. Dans celui-ci, j'ai cherché l'apparition du psychisme chez les animaux inférieurs ; dans celui-là, j'en montre l'épanouissement, d'une part chez les arthropodes, d'autre part chez les vertébrés.

Je m'efforce toujours de ramener la psychologie à la biologie, et j'indique aussi sous quel jour nouveau se présentent les problèmes biologiques (et psychologiques) si on les envisage du point de vue de la chimie physique. Je laisse, bien entendu, de côté les récits plus ou moins fantaisistes de l'ancienne psychologie, m'appuyant seulement sur les travaux les plus récents conçus dans un esprit réellement scientifique. La devise de ce livre indiquera de suite ce que j'entends par-là et

le peu de sympathie que je professe pour les explications finalistes.

C'est dans les leçons de mon cours libre à la Sorbonne que j'ai discuté pour la première fois les faits et les idées qui se trouvent exposés ici.

LA NOUVELLE
PSYCHOLOGIE ANIMALE

INTRODUCTION

En 1900, trois physiologistes allemands, Bethe, Th. Beer et Uexküll, après avoir montré les erreurs et les exagérations de ceux qui s'occupaient de la psychologie des animaux, ont déclaré que : « pour le biologiste, il ne saurait y avoir de psychologie animale ». La question de la « légitimité » de la psychologie comparée a été, pendant quelques années, le sujet de discussions nombreuses et souvent passionnées. Malgré l'arrêt de mort prononcé contre elle, jamais la psychologie animale n'a été aussi vivante qu'à l'heure actuelle. Des biologistes de grande valeur n'ont pas hésité à apporter leur esprit de méthode et leur bon sens critique au service de cette science, et c'est surtout grâce à leur intervention qu'elle s'est trouvée complètement renouvelée. Au lieu de discuter sur la possibilité de connaître la vie consciente des animaux, on a entrepris l'analyse de leurs activités ; des expériences conduites avec toute la rigueur scientifique désirable ont remplacé le verbalisme stérile des psychologues d'antan.

En Amérique, depuis une dizaine d'années, plusieurs centaines de travaux ont été publiés; les uns concernent les animaux inférieurs, et sont dus à Jacques Loeb, G.-H. Parker, Jennings, Holmes, Turner...; les autres sont relatifs aux vertébrés : ce sont ceux de Thorndike, Kinnaman, Yerkes, Watson, Berry... Grâce à Yerkes, la psychologie animale occupe une large place dans le *Journal of Neurology and Psychology*[1]; le livre de M. Washburn, *Animal Mind*, est une excellente mise au point de tous les travaux récents.

En France, j'ai eu l'idée d'appliquer la méthode éthologique à l'étude des activités des animaux inférieurs, c'est-à-dire de considérer celles-ci comme des fonctions de multiples variables, en cherchant à déterminer la part du milieu extérieur, et j'ai été suivi en cela par un certain nombre d'auteurs.

De très importants travaux relatifs aux activités psychiques supérieures sont sortis du laboratoire de Pavlov à Saint-Pétersbourg où la méthode de « salivation psychique » a été appliquée par Zéliony, Orbéli, Toropoff et autres.

A Genève, Claparède a beaucoup contribué par ses écrits à faire connaître les nouvelles tendances en psychologie comparée.

L'Allemagne et surtout l'Angleterre sont restées quelque peu en dehors du grand mouvement de rénovation de la psychologie animale. Les travaux publiés

1. A partir de janvier 1911, paraîtra à New-York la première revue spécialement consacrée à la psychologie animale, le *Journal of Animal Behavior*.

par les auteurs allemands ou bien sont des recherches de pure physiologie, ou bien sont conçus dans un esprit anthropomorphique. Récemment, Zur Strassen, de Leipzig, a essayé de protester contre ces tendances conservatrices dans sa brochure : *Die neuere Tierpsychologie.*

Nous ne pouvons mieux montrer l'importance qu'a prise la psychologie animale scientifique dans ces dernières années qu'en rappelant la part qui lui a été faite aux deux récents Congrès : celui de Zoologie, de Boston, (1907) et celui de Psychologie, de Genève (1909).

*
* *

Malgré la quantité considérable des travaux publiés dans ces dernières années, la « nouvelle psychologie animale » n'a pas encore atteint un développement qui puisse satisfaire un esprit scientifique. On a perdu trop de temps à combattre la « vieille psychologie » ; on a accumulé beaucoup de faits nouveaux, et souvent sans essayer de chercher les liens qu'ils peuvent présenter entre eux ; certaines méthodes se sont montrées particulièrement fécondes, mais telle méthode qui donne d'excellents résultats dans un groupe d'animaux se montre tout à fait stérile dans un autre groupe.

Il m'a semblé que pour exposer l'état actuel de la psychologie animale, le mieux était de chercher à décrire d'une manière systématique les diverses tendances et les méthodes d'investigation, et pour cela

j'ai été conduit à partager le règne animal en trois grandes sections.

Tout d'abord je considérerai le monde si varié des animaux les plus inférieurs : infusoires, polypes, astéries, vers..., qui ne diffèrent pas extrêmement, quant aux réactions, de leurs frères du monde végétal, et qui comme ceux-ci ne sont guère sensibles qu'aux grands phénomènes naturels : lumière, gravitation, humidité, aération... Mais la matière dont ils sont faits est plus sensible et sait mieux garder les empreintes des excitations qu'elle reçoit. Peu à peu, à mesure que s'ébauche le système nerveux, les excitations deviennent sensations, celles-ci se combinent de façons variées, et, comme en même temps les réactions cessent d'avoir l'apparence de réponses directes aux stimulations extérieures, on a l'impression que l'animal s'affranchit de plus en plus vis-à-vis des forces du milieu ambiant.

Ce que l'on désigne sous la dénominatiou peut-être un peu trop vague de « psychisme » se perfectionne d'une façon considérable dans les deux groupes les plus spécialisés du règne animal : les arthropodes (articulés) et les vertébrés. Nous verrons plus tard l'importance du chimisme dans les questions que nous envisageons ici ; or, l'activité chimique des arthropodes et celle des vertébrés se montrent bien différentes : ce qui caractérise les arthropodes, c'est la chitine, ce qui caractérise les vertébrés, c'est l'os.

La chitine apparaît chez de petits animaux, les rotifères ; ce n'est encore qu'un « caractère ornemental », sans conséquences appréciables ; ailleurs, elle

entraîne des révolutions organiques qui ne conduisent rien moins qu'au crustacé et à l'insecte. Ceux-ci, avec leur carapace formée de pièces articulées et toutes hérissées de saillies chitineuses, avec leur carapace marquée de taches pigmentaires, dont certaines sont devenues des yeux perfectionnés, sont tout extériorisés, et tout sensibilité. Chez eux, les sensations s'affinent et s'associent, il s'agit non seulement de sensations d'origine externe, mais encore d'origine interne : chaque mouvement est accompagné de sensations (sensations musculaires), ces sensations déclanchent le mouvement suivant. Il y a ainsi des chaînes de sensations et de mouvements créées par les habitudes : une activité commencée doit se dérouler complètement : on a vu dans le fait que souvent rien n'en peut distraire l'animal une manifestation de la faculté d' « attention »; l'insecte se rapprocherait de l'homme; en réalité il ne faut voir là que l'incapacité de se soustraire à certaines sensations ; l'animal reste toujours sous la dépendance des sensations les plus fortes.

Le cartilage, l'os, apparaissent chez des animaux nageurs, les poissons, et cela tout particulièrement dans la tête : le crâne se constitue ; peut-être du fait de la protection de cette boîte osseuse, le tissu nerveux s'est développé, ce qui a conduit d'abord aux premières ébauches, et ensuite à l'épanouissement du cerveau. A mesure que l'on s'élève dans le groupe des vertébrés, la masse de matière nerveuse céphalique grossit et s'organise petit à petit en ce merveilleux appareil d'associations qu'est le cerveau. Avec le cer-

veau, c'est l'épanouissement de l'intelligence, et le maximum d'indépendance vis-à-vis des forces du milieu extérieur.

Nous ne sommes plus au temps où l'on considérait le règne animal comme une série linéaire, et où l'on faisait dériver les vertébrés des arthropodes. Comme l'a montré Bergson, dans son livre l'*Evolution créatrice*[1], ces deux groupes représentent deux directions différentes suivant lesquelles s'est déroulée l'évolution.

« Sur les deux voies où évoluèrent séparément les vertébrés et les arthropodes, le développement (abstraction faite des reculs liés au parasitisme ou à toute autre cause) a consisté avant tout dans un progrès du système nerveux sensorio-moteur. On cherche la mobilité, on cherche la souplesse, on cherche — à travers bien des tâtonnements, et non sans avoir donné d'abord dans une exagération de la masse et de la force brutale — la variété des mouvements. Mais cette recherche elle-même s'est faite dans des directions divergentes. Un coup d'œil jeté sur le système nerveux des arthropodes et sur celui des vertébrés nous avertit des différences. Chez les premiers, le corps est formé d'une série plus ou moins longue d'anneaux juxtaposés ; l'activité motrice se répartit alors entre un nombre variable, parfois considérable, d'appendices dont chacun a sa spécialité. Chez les autres, l'activité se concentre sur deux paires de membres seulement, et les organes accomplissent des fonctions qui dépendent beaucoup moins étroitement de leur forme... »

1. H. Bergson. *L'Évolution créatrice*, Bibliothèque de Philosophie contemporaine, F. Alcan, 1907.

Par des chemins différents, on arriverait ainsi d'une part à la fourmi, d'autre part à l'homme. Mais la fourmi c'est l'instinct le plus typique, l'homme, c'est l'intelligence dans son plus bel épanouissement. Et Bergson est conduit à nous montrer d'une façon saisissante les deux directions de l'évolution dont les aboutissants seraient l'instinct et l'intelligence.

« Torpeur végétative, instinct et intelligence, voilà les éléments qui coïncidaient dans l'impulsion vitale commune aux plantes et aux animaux, et qui, au cours d'un développement où ils se manifestèrent dans les formes les plus imprévues, se dissocièrent par le seul fait de leur croissance. L'erreur capitale, celle qui, se transmettant depuis Aristote, a vicié la plupart des philosophies de la nature, est de voir dans la vie végétative, dans la vie instinctive et dans la vie raisonnable trois degrés successifs d'une même tendance qui se développe, alors que ce sont trois directions divergentes d'une activité qui s'est scindée en grandissant. La différence entre elles n'est pas une différence d'intensité, ni plus généralement de degré, mais de nature. »

S'il en est ainsi, il n'est pas étonnant que les méthodes que l'on applique avec succès d'une part à l'analyse des instincts, d'autre part à celle de l'intelligence, se trouvent être différentes et c'est là une justification de la subdivision que j'ai adoptée.

PREMIÈRE PARTIE

ANALYSE EXPÉRIMENTALE DES ACTIVITÉS CHEZ LES ANIMAUX INFÉRIEURS

I

APPLICATION DE LA CHIMIE PHYSIQUE A LA PSYCHOLOGIE

Dans l'étude des activités des animaux inférieurs, un point de vue s'est montré des plus féconds : celui de la chimie physique. Pour Jacques Loeb, les animaux sont des « machines chimiques », et l'analyse scientifique des phénomènes dit psychiques doit avoir pour but d'établir les lois physico-chimiques qui régissent ceux-ci. Cet auteur a réussi à montrer que, dans certains cas au moins, ceci est possible, et je vais citer ici les résultats les plus remarquables de l'application de la chimie physique à la psychologie [1].

1er Cas. — Un animal qui reçoit la lumière latéralement tourne automatiquement jusqu'à ce qu'il vienne faire face à la lumière.

1. Voir le rapport de Jacques Loeb au Congrès de Genève (1909), et *die Bedeutung der Tropismen für die Tierpsychologie*, Leipzig, 1909.

Ici, il y aurait à tenir compte de deux facteurs : l'action photo-chimique de la lumière, la structure symétrique du corps.

En ce qui concerne l'action photo-chimique de la lumière, on sait aujourd'hui qu'un grand nombre de réactions chimiques présentées par les corps organiques, et en particulier les oxydations, sont influencées par la lumière. On se rapportera à cet égard, non seulement aux travaux de Loeb, mais encore à ceux de Luther, de Neuberg, de Ciamician, de Wolfgang Ostwald. D'après les faits déjà nombreux que nous font connaître ces auteurs, on est autorisé à admettre que l'action de la lumière sur les animaux et les plantes se réduit en dernière analyse à ce que la lumière modifie la vitesse des réactions chimiques dans les cellules de la rétine ou autres points sensibles à la lumière de l'organisme ; à mesure que l'intensité de la lumière s'accroît, la vitesse de certaines réactions chimiques, des oxydations en particulier, augmente suivant une loi déterminée qui est à l'étude pour le moment.

D'autre part, quand on parle de structure symétrique de l'animal, on ne veut pas dire seulement qu'il y a une symétrie morphologique, on entend encore qu'il y a une symétrie chimique. Les points symétriques du corps ont une constitution chimique identique et présentent les mêmes échanges de matières, tandis que les points non symétriques ont une constitution chimique différente et présentent en général des échanges qui peuvent différer aussi bien quantitativement que qualitativement.

Dans le cas que nous avons considéré, celui d'un éclairage latéral, l'une des rétines est plus éclairée que l'autre, les réactions chimiques, par exemple les oxydations organiques, y sont accélérées, et, par suite, il y a des modifications chimiques plus considérables dans un des nerfs optiques que dans l'autre. Cette inégalité des réactions chimiques se transmet des nerfs sensibles aux nerfs moteurs et finalement aux muscles innervés par ceux-ci. En conséquence, les muscles présentent une activité plus grande d'un côté que de l'autre. L'inégalité de l'activité musculaire de part et d'autre du plan de symétrie entraîne nécessairement le changement de la direction suivie par l'animal.

Telle est l'explication donnée par Loeb d'un phénomène bien connu, l'*héliotropisme*, et dont un exemple typique est fourni par les pucerons ailés qui quittent un bouquet de branches desséchées pour voler vers la fenêtre éclairée. « Quand il n'y a qu'une seule source de lumière et que les rayons frappent l'animal latéralement, les muscles rotateurs de la tête et du corps présentent, du côté éclairé, une tension et une activité plus grandes que du côté opposé. Par suite la tête et le corps de l'animal sont amenés à faire, face à la lumière. Dès que l'orientation est réalisée, les deux rétines sont également éclairées, et les muscles des deux côtés du corps travaillent avec la même intensité. Il n'y a donc plus de raison pour que l'animal s'écarte de cette direction dans un sens ou l'autre. Il est conduit automatiquement à la lumière. »

Il est intéressant de rappeler ici que, pour expliquer

le vol des insectes vers la lumière, on a invoqué pendant longtemps la « volonté » de l'animal. Or, comme on vient de le voir, l'insecte serait soumis à la lumière comme la pierre qui tombe est soumise à la gravitation ; cependant il ne faudrait pas prendre à la lettre cette comparaison ; Loeb lui-même fait observer que « tandis que l'action de la gravitation sur la pierre qui tombe est directe, l'action de la lumière sur le puceron est indirecte, car c'est par suite de l'accélération des réactions chimiques que l'animal est entraîné à se mouvoir dans une direction déterminée. »

2e *Cas.* — Un cas plus difficile à expliquer est celui de l'animal qui tourne jusqu'à ce que la trajectoire qu'il décrit vienne coïncider avec la verticale ou tout au moins avec la ligne de plus grande pente.

Voici ce que, il y a 12 ans, Jacques Loeb a imaginé à cet égard. Dans les cellules sensibles à la pesanteur se trouveraient deux substances de poids spécifique différent, par exemple deux substances liquides non miscibles, ou difficilement miscibles, ou encore une substance solide et une liquide. Si la direction du corps de l'animal est oblique par rapport à celle de la pesanteur, la position réciproque de ces deux substances ne sera pas la même d'un côté du corps et de l'autre. Or, cette différence dans la position relative des éléments peut entraîner une différence dans la vitesse des réactions. Et les conséquences sont les mêmes que dans le cas d'un animal éclairé latéralement. On peut parler de *géotropisme*.

3e *cas.* — Un animal à héliotropisme nul ou faible

peut être transformé en un animal à héliotropisme fort par l'introduction d'une certaine substance chimique.

L'exemple des petits crustacés (copépodes) d'une mare ou d'un lac d'eau douce est très frappant. Placés dans un aquarium éclairé d'un seul côté, la plupart paraissent ne se soucier guère de la lumière. « Mais il suffit d'ajouter à l'eau un peu d'acide pour que d'un coup tout soit changé. Le mieux est d'employer l'acide carbonique, qui diffuse facilement à travers les cellules ; on verse lentement quelques centimètres cubes d'eau contenant de l'acide carbonique dans 50 centimètres cubes d'eau douce. Si l'on a ajouté la proportion convenable, les animaux deviennent, dans l'espace de quelques minutes, positivement et fortement héliotropiques, se dirigent, autant que le leur permettent les conditions mécaniques de leur locomotion, en ligne droite vers la lumière et restent groupés dans la portion la plus éclairée de l'aquarium... » Comment l'acide produit-il cet effet? Nous admettons, dit Loeb, qu'il agit comme un *sensibilisateur*. La lumière détermine des transformations chimiques, par exemple des oxydations, à la surface du corps de l'animal, en particulier dans la rétine... La quantité des substances photochimiques qui sont transformées par la lumière est souvent assez faible, de sorte que, même quand la lumière n'éclaire l'animal (copépode) que d'un seul côté, la différence entre les masses des produits formés de part et d'autre du plan médian est si insignifiante qu'elle ne détermine pas dans la tension des muscles des deux côtés du corps le contraste suffisant

pour entraîner la rotation de l'animal vers la source lumineuse. Mais l'acide ajouté peut agir à la façon d'un catalyseur. D'après Stieglitz, dans la catalyse de certains corps organiques, l'acide ne fait qu'augmenter la masse des substances qui subissent la transformation. Afin de fixer provisoirement nos idées, admettons que l'acide rend les animaux plus fortement héliotropiques parce qu'il augmente la masse active de la substance photochimique. De sorte que la lumière, qui, un instant auparavant, ne déterminait aucune réaction héliotropique, peut en provoquer maintenant une très accentuée parce que, à la suite de l'augmentation de la masse active de la substance photosensible, l'animal étant placé latéralement par rapport à la lumière, la différence dans la proportion des substances décomposées par la lumière de part et d'autre du plan médian devient rapidement si grande que la différence dans la tension des muscles du côté droit et du côté gauche est suffisante pour entraîner la rotation automatique de la tête vers la source de lumière. »

Un abaissement de température, qui retarde la destruction de la substance photosensible, produit le même effet.

*
* *

Ainsi les tropismes « sont déterminés par la vitesse relative des réactions chimiques qui ont lieu simultanément dans les éléments symétriques de la surface de l'animal ». Loeb a fait connaître une seconde

classe de phénomènes qui, eux, « sont déterminés par un *changement* brusque de la vitesse des réactions chimiques dans un même élément de la surface », et il a groupé ces phénomènes sous la dénomination de « sensibilité différentielle ». L'exemple le plus simple est celui du ver tubicole qui se rétracte sous l'influence d'une ombre portée.

Voici un cas intéressant : Après une suite d'excitations, l'animal cesse de se rétracter, perd sa sensibilité spéciale vis-à-vis de l'excitant dont on s'est servi.

D'une façon générale, une excitation entraîne une variation de la vitesse de certaines réactions chimiques dans les cellules périphériques, et par suite dans les nerfs, les cellules nerveuses des centres, et finalement les muscles ; elle se traduit finalement pour l'organisme par un *déficit de certaines substances particulièrement actives*. D'une excitation à la suivante, l'appauvrissement en ces substances actives va en s'accentuant, et, les masses actives n'étant plus suffisantes, la réaction considérée ne se produit plus. Il est évident que le déficit est d'autant plus accentué qu'on est plus près de l'excitant, par conséquent de la périphérie : il peut y avoir une sorte de « fatigue sensorielle » alors qu'il n'y a pas encore « fatigue musculaire ». Il faut laisser le temps aux substances chimiques de se reformer, laisser le temps à l'organisme de se « reposer », comme on dit dans le langage courant.

Il est intéressant de rappeler ici que, pour expliquer ces phénomènes, on a invoqué parfois la *mémoire* de l'animal. Cependant le mécanisme physico-chi-

mique de la mémoire élémentaire doit être tout autre. Il s'agit, dans ce dernier cas, non d'un *déficit* momentané d'une certaine substance active fabriquée *habituellement* par l'organisme, mais bien de la transformation chimique, plus ou moins durable, d'une au moins des substances actives.

En définitive, la chimie physique nous conduit à reconnaître chez les animaux les plus inférieurs trois ordres principaux de phénomènes : les *tropismes*, la *sensibilité différentielle*, la *mémoire cellulaire*.

On peut, on doit attendre beaucoup de l'application de la chimie physique à l'étude des réactions des animaux inférieurs. On n'est encore qu'aux débuts de cette application ; les résultats obtenus par J. Loeb sont fort encourageants. J'indiquerai plus loin quelques tentatives que j'ai faites dans la même voie.

II

ESSAIS DE MÉCANIQUE ANIMALE

Une variation déterminée dans les réactions chimiques de l'animal peut entraîner un mouvement déterminé. Plusieurs mouvements peuvent se produire simultanément et se combiner d'après les lois de la mécanique.

Il résulte de mes travaux que les mouvements des tropismes et ceux produits par la sensibilité différentielle n'ont pas les mêmes caractères et qu'ils peuvent se combiner les uns avec les autres. A cet égard, je répéterai ici ce que j'ai dit dans le rapport que j'ai présenté au récent congrès de psychologie de Genève[1], et qui a complété les considérations de chimie physique développées par Loeb.

« Considérons un animal ayant un plan de symétrie, et dont la locomotion résulte par exemple de mouvements musculaires. Deux cas peuvent se présenter : ou bien ce sont des muscles différents qui fonctionnent à droite et à gauche du plan médian, ou bien les muscles en action sont les mêmes des deux côtés du corps.

« Il peut se faire que les muscles du côté droit déter-

1. G. Bohn. *Rapport sur les tropismes*, Congrès de Genève, 1909.

minent, par leurs contractions rythmiques, le mouvement d'arrière en avant des appendices, alors que les muscles du côté gauche déterminent le mouvement latéral des appendices symétriques. Dans ces conditions, l'animal tourne sur lui-même. C'est le « pas de valse » des auteurs, ou encore la « rotation en diamètre de cercle ». Il y a en ce cas une coordination motrice toute spéciale entre les deux côtés du corps. » C'est là un des mouvements fréquents dans la *sensibilité différentielle*.

« Quand les muscles agissent de même à droite et à gauche du plan de symétrie, il y a encore coordination motrice, mais moins complexe; et, le plus souvent, celle-ci entraîne, non la rotation sur place, mais la marche en ligne droite. Il peut se faire, cependant, que la trajectoire s'incurve plus ou moins à droite ou à gauche, et sans qu'il y ait lieu pour cela de faire intervenir une nouvelle coordination motrice ». Ceci a lieu dans le cas où les deux côtés du corps sont inégalement excités, c'est-à-dire dans le cas des *tropismes*. Dans le chapitre précédent, nous avons analysé le mécanisme physico-chimique de ces phénomènes. Dans le tropisme, l'animal, après avoir décrit un « mouvement de manège » (arc de cercle), arrive forcément à la position pour laquelle les deux côtés du corps reçoivent une égale excitation de la part du milieu extérieur, position d'équilibre stable.

Il résulte de ce qui précède qu'un animal placé en un point, dans une direction quelconque, peut arriver à prendre la position d'équilibre stable de deux façons différentes : 1° en tournant *sur place* d'un cer-

tain angle ; 2° en décrivant *pendant son déplacement* une certaine courbe. La *sensibilité différentielle* rentre en général dans le premier cas ; les *tropismes* dans le second.

A. — Tropismes.

J'ai indiqué plus haut comment du point de vue de la chimie physique on conçoit les tropismes vrais. Ceux-ci résulteraient d'une différence dans la vitesse de certaines réactions chimiques à droite et à gauche du plan de symétrie. S'il s'agit de la croissance d'une tige, celle-ci se fait plus activement d'un côté que de l'autre, et la tige se courbe. S'il s'agit de la progression d'un animal, les mouvements sont plus actifs d'un côté que de l'autre, et la trajectoire s'incurve. Le tropisme se présente à nous comme le résultat forcé d'une asymétrie entre les *mêmes* activités considérées à droite ou à gauche du plan de symétrie de l'être vivant ou de l'organe considéré ;... quant aux activités, elles peuvent être simples ou complexes, cela n'a aucune importance au point de vue envisagé.

Ce sont donc des considérations de symétrie et d'asymétrie qui ont conduit à la notion des tropismes.

J'ai donné de ceux-ci un double critère objectif.

1° Un animal est soumis à l'influence d'une seule source de lumière; s'il y a tropisme, il se dirige vers elle; mais il peut en être de même dans le cas où il n'y a pas tropisme, par exemple dans le cas de l'homme qui se dirige le soir vers une maison éclairée. En effet, si nous nous trouvions perdus la nuit dans

une forêt et si nous venions à apercevoir deux lumières dans des directions différentes, d'abord nous hésiterions, puis nous irions vers l'une ou vers l'autre lumière, notre *choix* étant déterminé par des considérations diverses (éclat plus grand d'une lumière, facilité plus grande pour l'atteindre, etc.). L'animal inférieur ne se comporte pas de cette façon : quand il est soumis à deux sources de lumière, il ne se dirige pas vers l'une ou l'autre, mais il prend une direction intermédiaire, de façon que les éclairements des deux côtés du corps soient égaux ; il n'y a tropisme que dans ce second cas.

J'ai pu appliquer ce critérium à certains mollusques, comme les littorines, et aux étoiles de mer.

2° Un animal semble se diriger vers un certain but A. On détruit la symétrie des organes de réception ou de conduction (noircissement d'un œil, section unilatérale des voies nerveuses qui réunissent cet œil aux muscles) ; immédiatement après deux cas peuvent se présenter : ou bien l'attraction de l'animal par l'objet A continue à se manifester, et on ne saurait plus invoquer pour expliquer celle-ci un tropisme ; ou bien, au contraire, l'animal se met à effectuer un mouvement de manège ; on reconnaît ainsi que l'organisme obéissait à l'inégale excitation des deux côtés du corps, et on peut parler de tropisme.

Ces deux critères étaient indispensables à donner, car on a employé fréquemment le mot « tropisme » dans les acceptions les plus diverses. On doit les retenir car, dans l'analyse des instincts, nous aurons à rechercher si certains éléments sont des tropismes.

A mesure qu'on s'élève dans l'échelle animale, les tropismes sont englobés en quelque sorte par des activités plus complexes, dérivées de la « mémoire associative ».

Dans les tropismes, l'animal tourne automatiquement en quelque sorte jusqu'à ce qu'il atteigne la position d'équilibre stable que nous avons définie plus haut. Quand plusieurs tropismes sont en jeu, les diverses impulsions qui en résultent pour l'animal se combinent d'après les lois de la mécanique. Dans les tropismes, l'animal suit un chemin que l'on peut déterminer à l'avance, si l'on tient compte de l'état chimique du moment. On dit souvent que le mouvement est irrésistible, mais il ne faut pas oublier que le tropisme peut être perturbé, et qu'il y a d'autant plus lieu de tenir compte des perturbations, que le tropisme est plus faible, autrement dit que l'asymétrie chimique déterminée par des excitations asymétriques est moins prononcée.

B. — Sensibilité différentielle.

La notion de sensibilité différentielle a été introduite en psychologie animale par J. Loeb et par moi-même, et a été appliquée à des faits dont certains étaient connus depuis longtemps. Le mérite de Loeb est d'avoir bien distingué ce qui était sensibilité différentielle et ce qui était tropisme, car à cet égard il y a eu des confusions regrettables. J'ai fait un large emploi de cette notion ; j'ai en particulier déterminé les *lois* du phénomène, et c'est ce qui m'a permis de pous-

ser assez loin l'analyse expérimentale des actes des animaux. Dans mon livre : *la Naissance de l'intelligence*[1], je me suis efforcé de mettre en évidence l'importance de cette nouvelle notion, dont il y a quelques années on parlait à peine.

Dans beaucoup de cas, des mouvements très simples permettent à l'organisme d'échapper à la variation des diverses forces du milieu extérieur; ces mouvements ne seraient que la conséquence des lois des équilibres chimiques, d'après les plus récents travaux.

Voici quelques cas de sensibilité différentielle.

1° Vis-à-vis de la lumière. — Un animal qui a un phototropisme positif et qui arrive à la limite d'une ombre peut se comporter de diverses façons suivant l'importance relative des phénomènes chimiques qui sont en jeu. Il peut franchir la limite. Il peut s'arrêter purement et simplement. Il peut reculer. Le plus souvent il *tend* à effectuer une rotation de 180° sur lui-même, de manière à se retourner complètement et à marcher du moins pendant un certain temps dans le sens opposé au sens primitif de la marche. La tendance se réalise plus ou moins : on peut n'observer qu'une déviation momentanée du chemin prescrit par le tropisme; après quelques oscillations de part et d'autre de ce chemin, celui-ci ne tarde pas à être repris.

En somme, le plus souvent, la variation d'éclairement détermine une *impulsion rotative*, qui peut être plus ou moins forte suivant l'amplitude de la varia-

1. G. Bohn. *La Naissance de l'intelligence*, Bibliothèque de Philosophie scientifique, 1909.

tion et la rapidité avec laquelle elle s'est accomplie.

2° Vis-à-vis de la gravitation. — Si un animal monte une pente et si on change brusquement l'inclinaison de la pente, souvent il tourne de 180° et revient en arrière.

Voici un fait très frappant que j'ai observé. Une étoile de mer est dans un cylindre à grand axe horizontal ; elle est fixée, suivant la génératrice supérieure, les pieds contre le verre, c'est-à-dire dirigés vers le haut ; brusquement on tourne le cylindre de 180° sur lui-même ; l'animal se trouve alors contre la génératrice inférieure, les pieds dirigés vers le bas ; et, c'est là le fait curieux, il se retourne de manière à conserver sa position dans l'espace, c'est-à-dire détache les pieds du support, pour les amener vers le haut. Cela ne dure d'ailleurs qu'un instant : l'étoile de mer applique de nouveau ses pieds contre la paroi solide.

3° Vis-à-vis de la surface des corps solides (ancien stéréotropisme des auteurs).

4° Vis-à-vis des substances chimiques (ancien chimiotropisme des auteurs). — Autour d'une goutte d'acide chlorhydrique versée dans l'eau, des infusoires, par exemple, se pressent bientôt en rangs serrés ; quand ils arrivent à la limite de l'eau pure et de l'eau acidulée, ils s'arrêtent ou reculent comme beaucoup d'animaux le font à la limite des ombres.

Souvent, comme il résulte des observations de Jennings, la sensibilité différentielle se manifeste par l'accumulation des animaux dans certaines régions du milieu où ils se déplacent, régions qui se com-

portent comme des *pièges*. Les animaux qui entrent facilement dans l'ombre et en sortent difficilement se rassemblent forcément dans les ombres portées sur le fond.

Les mouvements par lesquels la sensibilité différentielle se manifeste se font en quelque sorte automatiquement ; ils semblent résulter d'impulsions auxquelles l'animal ne saurait résister.

C. — Combinaison des tropismes avec les manifestations de la sensibilité différentielle.

J'ai beaucoup étudié les combinaisons des tropismes avec les manifestations de la sensibilité différentielle. Là où Jennings décrit des mouvements se faisant sans règles, des « mouvements de hasard », je vois souvent des résultantes de mouvements déterminés et que l'on peut, dans certaines conditions, prévoir à l'avance. J'ai pu arriver à ce résultat parce que, auparavant, j'avais réussi à établir certaines lois de la sensibilité différentielle, entre autres certaines relations entre la sensibilité différentielle et les tropismes. Voici quelques-unes de ces relations.

1° Quand le tropisme est positif, l'animal ne réagit qu'à une variation négative de l'excitant ; quand le tropisme est négatif, c'est l'inverse.

2° En général, le même animal présente à la fois les deux modes de réponses suivants : reculs, rotations sur place ; suivant les cas, l'un ou l'autre mode prédomine ; les rotations prédominent dans les trois circonstances suivantes : *a)* quand l'axe de l'animal se

rapproche de la direction perpendiculaire à celle des tropismes ; *b*) quand le système nerveux a subi une altération unilatérale ; *c*) quand l'organisme est soumis à une série d'excitations qui se suivent de près.

Mes observations ont surtout porté sur les étoiles de mer.

Si on considère de jeunes étoiles de mer, très actives, on les voit en général se diriger *directement* vers les surfaces d'ombre et de lumière, selon le signe du phototropisme ; si l'animal est sollicité à la fois par deux surfaces agissantes, il se dirige non vers l'une ou vers l'autre, mais dans une direction intermédiaire. L'orientation est directe ; l'être vivant est attiré sans qu'il puisse résister ; les attractions se combinent d'après les lois de la mécanique : il y a *tropisme* au sens de Loeb.

Mais si on considère des étoiles de mer plus âgées, c'est en général tout autre chose : elles ne se dirigent *pas directement* vers la surface d'ombre à laquelle elles arrivent finalement ; l'orientation n'est plus directe.

J'ai consacré un long mémoire [1] à l'analyse du phénomène. Suivant l'impulsion initiale, l'animal part dans telle ou telle direction ; puis il s'éloigne et se rapproche alternativement de l'ombre, tournant sur lui-même ou changeant de bras directeur. L'attraction par la surface d'ombre se combine avec des oscillations qui résultent des variations d'éclairement subies. Parfois l'animal loin de s'orienter directement par rapport à la surface d'ombre n'arrive à cette orientation

1. Bohn. Les essais et les erreurs chez les étoiles de mer, *Institut psychologique*, 1907.

qu'après s'être placé successivement dans les diverses directions de l'espace... En réalité, l'être vivant est entraîné *en quelque sorte fatalement* par trois impulsions qui se combinent (comme les mouvements en mécanique) : 1° impulsion au moment initial, résultat de l'état immédiatement antérieur ; 2° impulsion vers l'ombre (tropisme) ; 3° impulsion rotative ou oscillatoire (sensibilité différentielle) ; l'intensité de ces impulsions est variable suivant les contrastes d'éclairement et suivant l'état physiologique et le coefficient individuel : en tenant compte de l'état physiologique présent, du coefficient individuel, on peut apprécier en quelque sorte l'intensité de chaque impulsion et tracer à l'avance le chemin qui sera suivi dans des conditions déterminées : *on peut prévoir ce qui se passera ;* il semble que l'étoile de mer soit incapable de modifier sa marche ; il y a une sorte de précision mathématique ; évidemment il suffirait d'introduire de nouvelles variables pour l'altérer.

J'ai fait de nombreuses autres applications ; et partout l'animal s'est montré esclave de diverses impulsions.

III

INTRODUCTION DU POINT DE VUE ÉTHOLOGIQUE EN PSYCHOLOGIE

Pour faire de la psychologie animale, il ne suffit évidemment pas d'avoir une connaissance approfondie des lois de la chimie physique et de la mécanique, il faut encore avoir longuement et minutieusement observé les relations des êtres vivants entre eux et avec les diverses modalités du milieu extérieur, c'est-à-dire avoir fait de la biologie éthologique.

Giard, qui était un biologiste au sens complet du mot, l'avait parfaitement compris, et, grâce à lui, la psychologie animale s'orienta en France dans cette direction.

Il ne faut pas oublier que la nature avec les conditions si variées qui y sont réalisées est un vaste champ d'expériences, dont nous devons profiter pour la détermination de la valeur relative des facteurs qui sont en jeu dans un phénomène donné.

Quand on observe les animaux dans leurs habitats variés, il est impossible de ne pas être frappé par la « variabilité des réactions ». Des individus de la même espèce pris dans des habitats différents se comportent de façons différentes ; un même individu sui-

vant les heures, suivant les traitements qu'il vient de subir, suivant les diverses phases de son activité, réagit différemment.

Cette variabilité a été longtemps interprétée comme la manifestation d'un pouvoir psychique. Maintenant, grâce à la chimie physique, on est conduit à distinguer, comme je l'ai fait[1] : 1° une variabilité d'origine organique, chimique ; 2° une variabilité d'origine périphérique, réceptive, sensorielle ; 3° une variabilité d'origine centrale, associative, psychique. En définitive, il y a toujours lieu de tenir compte des réactions chimiques générales de l'organisme, mais le siège de certaines réactions particulières n'est pas indifférent.

Ainsi, que l'on se place au point de vue éthologique ou que l'on parte du point de vue de la chimie physique, on est conduit forcément à la considération des « états chimiques internes », des « états physiologiques ». L'importance de ces états est indéniable ; les travaux qui concernent leur intervention dans les manières de réagir, de se comporter des animaux sont déjà très nombreux.

Je vais tenter ici, ce qui n'a pas encore été fait, je crois, une classification, approximative du moins, des états physiologiques.

L'état chimique interne, ou « état physiologique », peut être modifié, ou bien par suite de l'*activité* même de l'organisme (*nutrition, reproduction, locomotion*), ou bien directement par le *milieu extérieur* (*conditions chimiques, physiques, mécaniques*) ; il en résulte que

1. G. Bohn. *La Naissance de l'intelligence.*

l'état physiologique et par suite la réaction dépend, d'une part des divers *genres de vie* et *individus*, d'autre part des *habitats* variés.

1. ÉTATS PHYSIOLOGIQUES DÉPENDANT DE L'ACTIVITÉ DE L'ANIMAL. — 1° *Activité nutritive*. — Les réactions des animaux inférieurs dépendent de l'état de nutrition ; j'entends ici par réactions, non seulement les réactions vis-à-vis des aliments, mais encore celles vis-à-vis des diverses forces du milieu extérieur (lumière par exemple). L'exemple des actinies est bien connu. Un autre exemple, devenu classique, est relatif à des animaux plus élevés en organisation ; il est fourni par les observations de J. Loeb sur les chenilles de *Porthesia chrysorrhœa*. « Ces chenilles, dit Loeb[1], éclosent en automne et passent l'hiver dans des nids ; au printemps, et même en hiver si on élève la température, elles en sortent, chassées par la chaleur. Elles présentent alors un phototropisme positif des plus nets, et je n'ai trouvé chez aucun animal pris dans des conditions naturelles une sensibilité héliotropique plus accusée que chez les chenilles de chrysorrhœa. Mais *dès qu'elles ont mangé*, leur héliotropisme positif disparaît et ne réapparaît plus, même quand on les fait jeûner à nouveau. Il est évident que les échanges en rapport avec la nutrition ont conduit, directement ou indirectement, à une inhibition ou à une suppression définitive des réactions photochimiques que l'animal présentait auparavant. »

1. *Loc. cit.*

2° *Activité reproductrice.* — Jusqu'ici on a peu étudié l'influence de l'activité reproductrice sur les réactions des animaux inférieurs ; toutefois on a remarqué par exemple qu'une actinie en voie de scissiparité ou de gestation réagit autrement que d'habitude. Ici encore, pour citer un exemple très frappant, je m'adresserai aux insectes. Chez les fourmis et les abeilles, l'héliotropisme positif semble être déterminé par les produits des glandes sexuelles. « Tandis que, fait observer Loeb, les fourmis ouvrières ne présentent pas de réactions héliotropiques, chez les mâles et chez les femelles se développe *à l'époque de la maturité sexuelle* un héliotropisme positif de plus en plus intense. Il se forme donc des substances qui élèvent la sensibilité héliotropique et dont la proportion augmente avec le degré de maturité sexuelle. Kellog a constaté quelque chose d'analogue chez les abeilles. Le fait que, pendant la maturation sexuelle, il se forme des substances particulières qui viennent influencer divers organes est bien connu. Ainsi, d'après Leo Loeb, les substances mises en liberté par la rupture d'un follicule ovarien sont susceptibles de rendre particulièrement sensible l'utérus même non gravide qui répond alors à toute excitation mécanique par la formation d'une caduque. Cet auteur a pu obtenir, par ce procédé, aussi souvent qu'il le voulait, la formation de caduques dans un utérus non gravide; or, sans la substance folliculaire, jamais on n'obtient ce résultat. »

Comparer un utérus à un organe des sens paraîtra peut-être un peu hardi. Mais vraiment on a trop pris

l'habitude de séparer le psychique des autres manifestations vitales.

Dans les exemples précédents, Loeb montre le chimisme spécial de certains stades de la vie évolutive d'un être. En général, les modifications de l'état chimique interne dues à l'activité motrice ne sont que momentanées. Nous allons les passer en revue.

3° *Activité locomotrice.* — Cette activité peut entraîner, ou bien des modifications chimiques du milieu intérieur, ou bien directement des modifications chimiques des cellules actives elles-mêmes.

1er *cas.* — Pendant l'activité musculaire se déversent dans le sang certaines substances dites sensibilisatrices, telles que l'acide carbonique (voir plus haut ch. I).

2e *cas.* — L'activité peut avoir pour conséquences : *a*) une modification d'étendue des éléments ; *b*) une modification de position ; *c*) une modification de l'état de repos ou de mouvement. Ceci résulte de mes récents travaux[1].

a) Chez certains coralliaires, tels que les vérétilles et les pennatules, le corps peut subir des variations de volume considérables, il peut se ratatiner sur lui-même ou se gonfler d'eau ; or, comme je l'ai constaté[2], toute partie du corps qui vient d'atteindre son maxi-

1. G. Bohn. Les variations de la sensibilité périphérique chez les animaux, *Bulletin scientifique de la France et de la Belgique*, 1909.

2. G. Bohn. La sensibilisation et la désensibilisation des coralliaires fouisseurs, *Société de Biologie*, 6 et 13 novembre 1909.

mum de turgescence, acquiert une sensibilité très grande, en particulier vis-à-vis des excitants mécaniques et de la pesanteur (géotropisme), mais cette sensibilité ne tarde pas à se dissiper, et finalement on arrive à une insensibilité parfois complète.

J'explique la sensibilisation suivie de désensibilisation en faisant intervenir certaines données de la chimie physique. J'admets, avec Loeb, que la sensibilité est fonction de la vitesse des réactions chimiques qui ont lieu dans les cellules périphériques. Quand une cellule s'étale, par extension, les échanges avec le milieu extérieur se font mieux, et la vitesse des réactions chimiques, et par suite la sensibilité, augmentent. Mais la consommation de certaines substances particulièrement actives est alors très considérable, et l'appauvrissement en ces substances ne tarde pas à entraîner un ralentissement des réactions, et par suite l'insensibilisation.

b) Sur les rochers du littoral marin, j'ai observé de petits mollusques, les littorines, qui, subissant des dessiccations et des hydratations rythmiques, passent alternativement par des phases de vie ralentie et de vie active; la sensibilité suit des variations parallèles. Après dessiccation, le retour de l'eau augmente la vitesse des réations chimiques dans la rétine et par conséquent la sensibilité à la lumière; dans la suite, il se produit un ralentissement de vitesse qui se manifeste par une diminution de la sensibilité et même le changement de signe du phototropisme. Or, il suffit de faire ramper l'animal la tête en bas pour obtenir les mêmes effets.

Sans la chimie physique, le fait resterait mystérieux. Si l'on admet l'existence dans les cellules de la rétine d'une substance active de poids spécifique différent de celui du protoplasma, suivant la position dressée ou renversée de l'animal, cette substance occupe une face ou l'autre de la cellule, et il en résulte forcément une différence dans la vitesse des réactions chimiques, et par conséquent le changement de signe de la réaction. Cette explication est d'ailleurs calquée sur celle qu'on a donnée du géotropisme (voir plus haut, chapitre I).

c) Après un long repos, un animal, tel que le branchellion (sangsue de la torpille), devient peu sensible; il suffit de lui imprimer des secousses pour voir la sensibilité augmenter plus ou moins, mais l'effet ne tarde pas à s'atténuer progressivement.

Ceci n'est pas étonnant, quand on songe que le brassage d'une cellule augmente la vitesse de ses réactions chimiques, en particulier des oxydations.

2. ÉTATS PHYSIOLOGIQUES DÉPENDANT DES GENRES DE VIE ET DES DIATHÈSES INDIVIDUELLES. — La conséquence forcée de tous les faits cités dans le paragraphe précédent est que les états physiologiques doivent dépendre des genres de vie et des diathèses individuelles.

Une réaction dépend de la plus ou moins grande abondance en certaines substances chimiques particulièrement actives. Or, certains individus réparent plus facilement les pertes de cette substance que les autres. Bien souvent la chimie générale de l'organisme suffit

pour expliquer les différences individuelles qu'on considérait comme d'ordre psychique.

3. ÉTATS PHYSIOLOGIQUES DÉPENDANT DIRECTEMENT DU MILIEU EXTÉRIEUR. — Des changements, permanents ou temporaires, dans les conditions chimiques, physiques, mécaniques du milieu extérieur, peuvent entraîner des changements de l'état physiologique d'un organisme quelconque.

1° *Changements permanents dans les conditions du milieu extérieur.* — Ces changements peuvent entraîner une sensibilisation de l'organisme, qui persiste un certain temps. On peut distinguer avec Loeb trois sortes de sensibilisateurs ou désensibilisateurs : *a*) *chimiques*, *b*) *physiques*, *c*) *mécaniques*. L'étude de ces sensibilisateurs a pris dans ces derniers temps une importance des plus considérables.

a) Nous avons vu plus haut (p. 13) que l'acide carbonique (CO^2) est le sensibilisateur par excellence. Dans les faits de sensibilisation et de désensibilisation, il faut absolument tenir compte des variations de la teneur en eau. J'ai mis en évidence l'importance de ce facteur dans un chapitre spécial de mon livre (la *Naissance de l'intelligence*, p. 139). Je me suis inspiré principalement des idées si fécondes de Giard sur la question. J'ai passé en revue les principaux phénomènes biologiques où interviennent la déshydratation et la réhydratation, à savoir : la vie ralentie, la parthénogénèse artificielle, la stimulation de la croissance des plantes, le changement de signe des tropismes. Il est

à remarquer que l'acide carbonique a une action déshydratante.

b) En général, la lumière vive, qui exalte momentanément les oxydations, entraîne rapidement la désensibilisation et même la fatigue générale de l'organisme.

c) Il y a enfin des sensibilisateurs mécaniques. Nous avons déjà vu qu'après quelques secousses, ainsi qu'après le brassage du contenu des cellules périphériques, la sensibilité augmente. J'ai constaté que de légères variations de pression peuvent entraîner le même effet. W. Ostwald [1] a consacré des études importantes au rôle du « frottement interne » et à l'action des sensibilisateurs mécaniques. Les daphnies, petits crustacés des eaux douces, ont un héliotropisme négatif ou indifférent; en augmentant la viscosité du milieu par l'addition de gélatine (acide ou alcaline peu importe) ou de colle à l'eau, Ostwald a changé le signe du phototropisme, qui devient fortement positif. En même temps, la sensibilité différentielle vis-à-vis des ombres se trouve exaltée.

2° *Changements momentanés dans les conditions du milieu extérieur.* — Ces changements constituent les excitants les plus habituels. Après toute excitation, l'état chimique de l'organisme se trouve forcément changé ; il y a un déficit de certaines substances actives. Si des excitations se suivent de près, le défi-

1. W. Ostwald. Zur Theorie der Richtungsbewegungen niederer schwimmender Organismen, *Arch. f. die gesam. Physiol.*, 1907 et 1 08.

cit ne fait que s'accentuer, et on arrive rapidement à un état tel que les réactions cessent. C'est là le fait très général de l'accoutumance aux excitants, qui peut s'expliquer par une sorte de fatigue périphérique (voir plus haut, chapitre I, p. 15). Il suffit en effet de suspendre pendant un certain temps les excitations pour que petit à petit l'organisme s'enrichisse de nouveau en substances actives et recouvre sa sensibilité première.

4. États physiologiques dépendant des habitats. — La conséquence forcée des faits qui précèdent est que les états physiologiques doivent varier avec les divers habitats. C'est ce que précisément j'ai montré sur les annélides (1902), les littorines (1904), les actinies (1906), les étoiles de mer (1907).

Mais il faut considérer deux sortes d'habitats, ceux dont les conditions essentielles restent sensiblement invariables, et ceux qui présentent des variations périodiques, telles que émersion et immersion. Les animaux qui vivent dans ces derniers habitats présentent des rythmes remarquables : rythmes de marée, nycthéméraux. J'en ai donné de nombreux exemples, et j'ai discuté la signification générale du phénomène.

Rythmes de marée. — L'exemple devenu classique et sur lequel j'ai été le premier à attirer l'attention est celui des *Convoluta*. Sur les plages de Bretagne, dès que la mer se retire, on voit apparaître sur le sable de grandes taches vertes, dont la teinte fonce progressivement, et dont les contours changent incessamment. Ces

taches sont formées par l'accumulation d'une multitude de petits vers ciliés, les *Convoluta*, dont les tissus sont chargés de grains de chlorophylle. Quand la mer revient, ces vers s'enfoncent dans le sable, ce qui leur permet d'éviter le choc des vagues ; dès que la mer se retire, ils réapparaissent. Les *Convoluta* présentent ainsi des mouvements alternatifs d'ascension et de descente qui sont synchrones de ceux de la marée, mais inverses. Or, les mouvements oscillatoires persistent en aquarium, alors que les animaux sont soustraits au choc des vagues : dans un tube de verre renfermant du sable humide et des *Convoluta*, l'anneau vert monte et descend, occupant la position la plus élevée au moment de la basse mer, la plus basse au moment de la haute mer. Et chose plus curieuse encore : les irrégularités de la marée sont suivies par les *Convoluta* dans l'aquarium ; les mouvements sont plus lents en morte eau, plus rapides en vive eau, et ceci plusieurs jours après isolement en aquarium.

Dans le cas des *Convoluta*, il y a une variation périodique du signe du géotropisme : l'animal est alternativement attiré et repoussé par la terre. D'autres animaux tels que les littorines sont alternativement attirés et repoussés par les surfaces sombres, présentant ainsi une variation périodique du signe du phototropisme ; la durée des oscillations est encore d'environ treize heures ; mais chez ces mollusques on peut également observer des oscillations de quinzaine, correspondant chacune à la succession : morte eau, vive eau.

Dans ces phénomènes, j'attribue une grande importance aux alternances de dessiccation et de réhydratation. A mer basse et pendant la morte eau, les tissus des animaux littoraux se dessèchent plus ou moins, et les réactions chimiques dans les cellules se ralentissent; l'organisme entre parfois dans un état de torpeur que Giard a désigné sous le nom d'*anhydrobiose*. Quand la mer remonte et à l'approche des grandes marées, l'eau imbibe de nouveau les tissus, ce qui entraîne une accélération, au moins momentanée, des réactions chimiques.

Dans certains rythmes de marée, cependant, ne paraissent pas intervenir les dessiccations et hydratations. Ainsi Anna Drzewina[1] a fait connaître chez les pagures dits misanthropes une périodicité de quinzaine, qui se manifeste par le changement de signe du phototropisme, alors que les animaux restent constamment sous l'eau. A Arcachon, les pagures se trouvent de midi à six heures sous une épaisse couche d'eau pendant les périodes de vive eau, et sous une mince couche d'eau pendant les périodes de morte eau. Or, la couche d'eau forme un écran qui protège plus ou moins les animaux vivant sur le fond de la lumière vive du midi. Il en résulte que les misanthropes se cachent sous les rochers pendant les mortes eaux, et se promènent au contraire sur le fond pendant les vives eaux. Si on transporte ces crustacés dans une cuve divisée en deux parties, l'une recouverte par un

1. A. Drzewina. Les variations périodiques du signe du phototropisme chez les pagures misanthropes, *Académie des sciences*, 1907.

voile noir, l'autre exposée à la lumière, on voit qu'ils se tiennent tantôt à la lumière et tantôt à l'obscurité, et on remarque que pendant les vives eaux ils vont vers la lumière (sorte de phototropisme positif), tandis que pendant les mortes eaux, ils se dirigent vers l'obscurité (sorte de phototropisme négatif). Il y a un rythme acquis, qui persiste en aquarium, et qui a été déterminé par les variations du milieu naturel. Et ce qui montre surtout l'influence du milieu, c'est que les mêmes pagures, pris dans un autre habitat, à la Méditerranée, où le phénomène de marée n'existe pas, ne présentent pas non plus de variations du signe du phototropisme : celui-ci est constamment positif[1].

Rythmes nycthéméraux. — En général ces rythmes se superposent aux rythmes de marée. Mais, dans la Méditerranée, on peut les observer dans toute leur pureté. Certaines actinies se ferment le jour et s'épanouissent la nuit; dans l'obscurité continue, le rythme persiste pendant plusieurs jours.

Nous avons vu plus haut qu'on peut changer le signe du phototropisme en introduisant dans le milieu extérieur certaines substances chimiques ; or, fait intéressant à noter, les mêmes substances sont susceptibles de renverser le rythme.

Beaucoup d'organismes, beaucoup d'organes présentent une ou plusieurs périodicités vitales. Chacun

1. A. Drzewina. Contribution à la biologie des pagures misanthropes, *Archives de zoologie expérimentale*, 1910.

de nos organes, après avoir fonctionné et s'être fatigué, se repose. La périodicité fonctionnelle du rein est bien connue des médecins : presque fermée vers neuf heures du soir, cette glande est ouverte au maximum aux premières heures du jour et cela même quand les habitudes de vie ont été modifiées passagèrement. Or, dans la variabilité périodique de la sécrétion de l'urine, on n'a jamais vu une manifestation du psychisme. Dans la variabilité périodique des réactions des animaux soumis au flux et au reflux de la marée, ou des animaux soumis à la succession du jour et de la nuit, nous ne verrons pas non plus une manifestation du psychisme. On pourrait être tenté de parler de « mémoire », mais on ne préciserait pas plus qu'en parlant de rythmes vitaux, et on risquerait simplement de provoquer des confusions fâcheuses, le mot « mémoire » ayant, en effet, été employé dans bien des sens différents.

IV

TENDANCE A ÉLIMINER DE LA PSYCHOLOGIE LES POINTS DE VUE DE LA SÉLECTION NATURELLE ET DE LA FINALITÉ

L'intervention des genres de vie et des habitats dans les manières de réagir des animaux nous conduit à rechercher si, chez les animaux les plus inférieurs, se créent des habitudes, et les mécanismes de l'acquisition de ces habitudes.

Les animaux inférieurs sont-ils capables d'apprendre ? Avant de répondre, demandons-nous, avec Margaret Washburn ce qu'il faut entendre par ce mot « apprendre ». Voilà un mot qui signifie bien des choses différentes. On sait que le bois d'un violon dont on a joué beaucoup résonne mieux qu'au début ; à la longue il s'est produit un arrangement moléculaire favorable au phénomène de résonnance ; on pourrait dire que le bois du violon a « appris » à vibrer à l'unisson des cordes ; dans ce phénomène, il n'y a évidemment rien de psychique. Dans une forge, les muscles des ouvriers subissent des modifications lentes qui les rendent plus aptes à agir dans l'acte de battre le fer : ils « apprennent », mais « apprendre » a, dans ce cas, un tout autre sens que

dans celui où un apprenti se met rapidement au courant de son nouveau métier... Chez les animaux inférieurs, il y a bien des manières différentes d'apprendre : la docilité ou habileté à apprendre est une caractéristique du protoplasma ; chez un animal pluricellulaire, il peut y avoir un apprentissage musculaire, un apprentissage sensoriel, un apprentissage du système nerveux central ; le système nerveux étant une des parties les plus sensibles de l'organisme, son éducation se fait en général beaucoup plus vite que celle des muscles et celle de la matière vivante ordinaire. Chez les animaux supérieurs, il y a encore d'autres manières d'apprendre : outre l'association, l'imitation, le raisonnement.

Certes, à chaque instant il nous semble que les animaux inférieurs apprennent. Mais, dans chaque cas particulier, nous devons nous demander quel est le mécanisme de l'apprentissage. Beaucoup d'auteurs ne le font pas, et nous sommes conduits ici à signaler deux attitudes bien différentes, pour ne pas dire opposées, prises par les psychologues des animaux inférieurs à l'égard de l'apprentissage de ces animaux. La première attitude a été adoptée par ceux qui croient que la sélection naturelle est le grand principe qui préside à l'évolution du monde biologique, c'est-à-dire par les disciples fervents de Darwin ; la seconde attitude est celle des auteurs dont nous avons signalé les travaux dans les trois chapitres précédents et qui considèrent les diverses manifestations des êtres vivants comme les résultantes d'actions chimiques se passant entre les substances actives de l'or-

ganisme et celles du milieu extérieur ; c'est l'attitude des continuateurs de l'œuvre de Lamarck, celle de J. Loeb, de Hugo de Vries, de Bateson, et aussi celle que j'ai adoptée.

A. — Sélection des mouvements. Théorie des essais et erreurs, et ses critiques.

C'est à Darwin que nous devons le principe de la sélection naturelle et l'application de ce principe aux variations des êtres vivants et à l'évolution. Ces variations, sur l'origine desquelles il n'insiste pas, seraient les unes avantageuses, les autres désavantageuses ; les premières seules seraient conservées, comme s'il se faisait dans la nature un choix, une sélection.

Mais s'il y a eu une sélection des formes, il peut y avoir une *sélection des mouvements*. Il y a déjà longtemps que quelques savants anglais ont fait intervenir celle-ci en psychologie animale ; je citerai ici seulement le nom célèbre de Lloyd Morgan.

Je voudrais faire observer tout de suite que la notion de sélection, de *choix*, est une notion dangereuse pour un esprit non scientifique. Quand on parle de choix, on est nécessairement conduit à penser qu'il y a un auteur du choix. Dans la sélection artificielle, cet auteur apparait immédiatement ; c'est l'agriculteur, c'est l'éleveur ; en ce qui concerne la sélection naturelle, il ressort de la lecture de Darwin qu'il n'y a pas d'auteur : la sélection se ferait pour ainsi dire automatiquement ; malgré cela les esprits mystiques ont cherché l'auteur de la sélection naturelle. Il y a là

une équivoque possible. Cette équivoque peut devenir fâcheuse quand il s'agit de la sélection des mouvements : on peut fort bien admettre que cette sélection se fait automatiquement comme la sélection des formes, mais on peut voir aussi dans l'animal lui-même l'auteur du choix. Or, pour beaucoup, le fait de *choisir* de la part d'un animal serait un des signes les plus certains d'une vie psychique. Ici nous aurions donc à éviter soigneusement d'être victimes des mots.

Il y a quelques années, Jennings a repris l'idée de sélection des mouvements, ce qui le conduit à opposer en quelque sorte à la théorie des tropismes la théorie des essais et erreurs.

A ce moment on ne parlait en Amérique que des expériences de Thorndike et de Kinnaman faites sur des vertébrés supérieurs. Un singe par exemple, mis en présence de vases de différentes formes, de différentes couleurs,... dont un seul, déterminé, contient l'aliment, après s'être trompé de vases un certain nombre de fois, finit par aller directement au vase qui contient l'aliment ; petit à petit, au cours des *essais* successifs, s'est produit l'élimination des *erreurs*.

La théorie des essais et erreurs appliquée aux protozoaires a eu un succès extraordinaire. On a été émerveillé à la pensée que des investigations précises établissent une identité parfaite dans le domaine des réactions du bas en haut de l'échelle animale, et surtout qu'elles montrent qu'il y a choix, volonté peut-être dès le début.

Les observations de Jennings ont porté surtout sur

les infusoires[1], c'est-à-dire sur des animalcules microscopiques, ciliés, et à structure légèrement hélicoïdale. Outre que les observations sont très délicates à faire, cette dernière particularité complique encore le problème. Le plus souvent la trajectoire est une ligne sinueuse ou spirale. Une euglène, par exemple, tout en avançant, tourne sur elle-même en décrivant une sorte de surface conique : aussi la tête se dirige successivement dans un certain nombre de directions de l'espace; l'organisme s'échappe toujours du cône par la direction la plus rapprochée de celle de la principale force agissante ; ainsi l'orientation se fait progressivement.

Une observation devenue classique est celle pratiquée par Jennings sur les *Oxytricha fallax*. L'infusoire s'avance vers une région chaude, recule, puis tourne sur lui-même ; il repart dans une nouvelle direction peu différente de la première, rencontre de nouveau la région chaude, et alors recule, puis tourne ; quatre fois de suite l'animal effectue les mêmes mouvements, s'avançant dans des directions qui s'écartent de plus en plus les unes des autres, et atteignant finalement celle qui lui serait la plus favorable. L'organisme unicellulaire aurait cherché en quelque sorte la bonne direction, comme le singe de Kinnaman cherchait parmi les diverses boîtes celle qui contient l'aliment.

J. Loeb, Torrey, et moi-même nous nous sommes élevés vivement contre cette interprétation ; nous avons cherché à montrer que les mouvements des infusoires

1. Jennings. *Behavior of the lower organisms*, New-York, 1906.

sont assujettis à des lois très simples, celles des tropismes et de la sensibilité différentielle.

Là, où Jennings voit des mouvements d'essai, des mouvements de hasard, nous voyons des mouvements soumis à des lois précises, explicables par les considérations de la chimie physique.

Si l'animal ne s'oriente pas immédiatement et directement par rapport à l'excitant, c'est que la force du tropisme est trop faible, qu'elle est plus ou moins vaincue par les forces mises en jeu par la sensibilité différentielle et celles qui produisent les oscillations normales. Il suffit de sensibiliser l'animal pour que les sinuosités disparaissent plus ou moins. Entre la marche rectiligne et la marche sinueuse il n'y a qu'une différence de degré dépendant de la différence dans les états chimiques. Si les sinuosités étaient des essais, ils devraient progressivement diminuer d'importance; or, il n'en est rien. Souvent l'organisme commence à marcher en ligne droite, puis comme il se désensibilise progressivement, il se met de plus en plus à effectuer des oscillations.

La théorie des essais et erreurs semble donc fort ébranlée; son succès a été considérable; elle a provoqué des recherches nouvelles, des plus intéressantes et fécondes, qui petit à petit lui ont porté atteinte. Elle n'a donc pas été sans utilité.

B. — Imperfection de l'adaptation ou non-adaptation des actes des animaux inférieurs.

D'après Jacques Loeb[1], en toutes circonstances, « il

1. *Loc. cit.*, 1909.

nous faut nous dégager de cette tendance qui fait que l'on exagère l'importance de la sélection naturelle, et tenir plutôt compte des conséquences de la théorie de Mendel qui nous montre que, dans l'animal, tout n'est pas réglé dans son intérêt et que l'organisme doit être considéré comme une somme de caractères hérités indépendamment les uns des autres ».

C'est en effet sous l'influence de l'hypothèse de la sélection naturelle que beaucoup de zoologistes et de psychologues sont arrivés à croire que tout ce qu'un animal fait est dans son intérêt. Au dernier Congrès de Genève, comme on demandait à J. Loeb ce qu'il pensait de l'adaptation des tropismes, celui-ci répondit : Les tropismes ne sont ni utiles, ni nuisibles. Ils sont la somme de plusieurs propriétés héritées indépendamment les unes des autres, comme le sont les divers caractères morphologiques d'après la loi de Mendel. Seuls les animaux où accidentellement le groupement de ces propriétés est compatible avec le maintien de la vie ont pu survivre. — « Il est évident, dit-il encore, dans son rapport, que les espèces qui présentaient des tropismes incompatibles avec la reproduction et la conservation de l'espèce ont dû disparaître. Mais soutenir que toute réaction ou tout tropisme est dans l'intérêt de l'animal ou est pour lui de la plus grande utilité, est tout aussi injustifié que de dire que chaque caractère morphologique que présente l'espèce lui est utile. »

A cet égard, Loeb cite le cas du galvanotropisme, où on ne saurait invoquer l'intérêt de l'animal, ni une sélection, ni un apprentissage, et aussi le cas de cer-

tains animaux qui vivent constamment à l'obscurité, dans la vase des fonds marins par exemple, et qui mis à la lumière présentent néanmoins un héliotropisme positif. « Aussi bien dans le cas de l'héliotropisme que dans celui du galvanotropisme les réactions ne sont pas commandées par l'intérêt biologique. »

Je suis absolument du même avis. « C'est une erreur, ai-je dit[1], qui a germé dans l'esprit des finalistes de croire que les tropismes sont bien adaptés. Ils peuvent l'être accidentellement, mais ils ne le sont pas forcément. Les tropismes conduisent souvent les animaux inférieurs à la mort; peu importe, il y a une puissance de vie si extraordinaire chez ces animaux. N'a-t-on pas calculé que si l'on pouvait fournir à un infusoire l'espace et la nourriture suffisants, au bout de trente jours, par suite de ses bipartitions successives, celui-ci donnerait naissance à une masse de matière vivante aussi grosse que le soleil.

« Je ne puis croire, surtout quand il s'agit de tropismes, que les animaux agissent à chaque instant suivant la ligne de leur plus grand intérêt, car j'ai souvent constaté le contraire?

« Qu'une inégalité dans les éclairements des deux côtés du corps se produise, la trajectoire s'incurve forcément d'un certain côté; que l'état de la matière vivante change, il arrivera un moment où l'incurvation se fera du côté opposé. J'ai observé plusieurs fois le fait suivant : dans un certain milieu, il y a un tropisme négatif alors que le tropisme positif serait

1. G. Bohn. Rapport au Congrès de Genève, 1909.

mieux adapté ; transportons l'animal dans un milieu où le tropisme négatif se trouve bien adapté ; malheureusement le milieu nouveau entraîne un changement chimique de la matière vivante, et par suite un changement de signe du tropisme, qui, ainsi, continue à être mal adapté. »

Les manifestations de la sensibilité différentielle paraissent mieux adaptées. D'après les lois que j'ai énoncées, l'animal recule lorsque se produisent certaines variations qui lui seraient nuisibles. Or, d'après les travaux récents de Lapicque, les mêmes lois s'appliquent à l'excitation électrique d'un cœur de grenouille, et il serait difficile, dans ce dernier cas, d'invoquer, pour expliquer la réaction, l'adaptation. D'ailleurs dans le cas de la lumière, l'adaptation peut laisser à désirer, comme il ressort de l'observation suivante que j'ai faite. Les *Acanthia lectularia* sont de ces insectes qu'on appelait autrefois *lucifuges*, c'est-à-dire qui fuient la lumière. Pendant que l'un d'eux s'éloigne d'une fenêtre, plaçons devant lui une lumière : momentanément du moins, il rebroussera chemin ; mais plaçons la lampe en arrière : il y aura encore une rotation de 180° et l'animal se précipitera dans la flamme. La loi de la sensibilité différentielle est, dans cette expérience, observée, mais la réponse a porté à faux, si on se place au point de vue de l'intérêt de l'animal. D'après Jennings, beaucoup d'infusoires se comportent comme cet insecte.

Les tropismes, et même parfois la sensibilité différentielle (celle-ci d'habitude tempère les dangers des tropismes), peuvent conduire les animaux à la mort.

Mais quand la « mémoire associative » intervient, l'adaptation peut devenir plus parfaite, et il est possible que les processus sélectifs prennent une certaine importance.

C. — Premières ébauches de la mémoire associative.

Cette mémoire associative, qui apparaît vraisemblablement dès les organismes les plus inférieurs, resta longtemps à l'état d'ébauches.

Elle existerait et évoluerait à côté des tropismes et de la sensibilité différentielle. Telle est du moins l'opinion à laquelle j'ai été conduit par mes travaux personnels et la lecture de certains travaux. Je crois que c'est un tort de vouloir la faire dériver des tropismes. Je montrerai dans la seconde partie de ce mémoire, consacrée aux animaux articulés, quelle importance elle prend chez ceux-ci.

J'ai montré des traces de « mémoire associative » chez les actinies, chez des mollusques, les patelles.

On conçoit que la mémoire associative reste rudimentaire chez de tels animaux. La mémoire associative a besoin d'éléments pour ses combinaisons; plus les éléments, c'est-à-dire les sensations, sont variés, plus les combinaisons peuvent être nombreuses et complexes. Or, chez les dits animaux inférieurs, les sensations paraissent peu variées: des stimulants très divers, tels que la lumière, la concentration saline... peuvent agir de la même façon sur l'organisme, par exemple en soustrayant de l'eau à sa matière vivante; chez les animaux inférieurs, il y a surtout des sensa-

tions purement chimiques qui doivent se ressembler beaucoup les unes aux autres. En général, chez ces animaux, les associations se forment avec quelques éléments toujours les mêmes.

Fait très curieux : la mémoire associative se développe davantage chez les animaux vivant au contact de corps solides. Parmi les infusoires, il y a de tels animaux, les *Loxophyllum* par exemple. Or, Holmes a montré que leurs réactions sont plus compliquées que chez les paramécies qui nagent librement. Chez les animaux munis d'un système nerveux, le support fournit des sensations qui vont s'associer aux autres sensations. Le branchellion est un ver parasite des torpilles ; il est excessivement sensible aux variations d'éclairement, quand la ventouse postérieure est fixée sur un corps quelconque ; cette sensibilité s'atténue beaucoup quand la fixation a lieu sur la peau du poisson; il en est de même chez les argules, parasites d'autres poissons. Une sensation inhiberait une autre sensation. Peut-être plus tard ce fait éclairera-t-il le mécanisme des associations plus complexes. Avec les patelles, celles-ci se perfectionnent déjà. Chaque mollusque occupe sur un rocher une place déterminée, caractérisée par une surface lisse ayant une certaine inclinaison. Quand l'animal se déplace sur le rocher pour prendre sa nourriture, s'il rencontre une surface lisse il ne s'y arrête que quand l'inclinaison est la même que celle de sa place habituelle; il semble qu'il ait conservé le souvenir de sa position habituelle dans l'espace. Van der Ghinst, en 1906, a observé des faits semblables même chez les actinies.

DEUXIÈME PARTIE

ANALYSE DES INSTINCTS DES ANIMAUX ARTICULÉS

Avant d'aborder l'analyse des instincts, il nous faut jeter un regard en arrière.

L'observation des animaux les plus inférieurs m'a conduit à reconnaître chez eux deux tendances très générales.

1° Une tendance à se placer de façon que les deux côtés du corps, droit et gauche, reçoivent la même excitation de la part du milieu extérieur : la position d'équilibre est celle pour laquelle les points symétriques du corps sont excités d'une manière identique, par la lumière, par la gravitation, ou par toute autre force du milieu extérieur. Dès que, pour une cause ou pour une autre, le corps dévie de cette position d'équilibre, il tend à y revenir, pour ainsi dire automatiquement. Il s'agit des *tropismes*.

2° Une tendance à s'arrêter, reculer ou tourner de 180° quand une des forces du milieu extérieur vient à varier brusquement. Il s'agit de la *sensibilité différentielle*.

A côté de ces deux tendances se trouvent, comme

nous venons de le voir, des rudiments de mémoire associative.

Avec les animaux articulés, celle-ci se développe au point de masquer plus ou moins les tropismes et la sensibilité différentielle.

Les instincts des crustacés et des insectes, dès qu'on cherche à les analyser, se présentent comme des agrégats d'éléments plus ou moins indépendants les uns des autres, où à côté de *survivances des vieilles activités :* tropismes et sensibilité différentielle, il y a des *acquisitions nouvelles*, dues à la mémoire associative.

Telle sera notre idée directrice. Aussi, après avoir recherché les survivances des vieilles activités, nous étudierons avec soin les processus associatifs. Alors nous serons en état de pratiquer l'analyse d'un certain nombre d'instincts : « simulation de la mort », « retour au nid », « recherche de la nourriture », « mimétisme », « instincts sociaux ».

I

RECHERCHE DANS L'ACTIVITÉ DES ANIMAUX ARTICULÉS DES SURVIVANCES DES TROPISMES ET DE LA SENSIBILITÉ DIFFÉRENTIELLE

La notion des tropismes appliquée à l'analyse de l'activité des animaux les plus inférieurs a été des plus fécondes. Malheureusement, certains auteurs ont voulu voir partout des tropismes et il en est résulté des abus regrettables ; j'ai insisté plus haut sur la nécessité de donner des *critères objectifs* des tropismes, et, dans chaque cas particulier, de chercher à les appliquer, pour voir si, oui ou non, on a le droit de parler de tropisme.

Chez les insectes, l'attraction par les fleurs a été souvent considérée, dans ces dernières années, comme un tropisme ; mais quand il s'est agi de savoir si c'était un chimiotropisme ou bien un phototropisme on ne s'est pas mis d'accord. Plateau soutient que les couleurs ont un rôle peu important et qu'il y a attraction par les parfums. Forel professe l'opinion opposée, et fait intervenir la mémoire associative. L'attraction par les fleurs ne serait pas un tropisme.

Le problème de l'existence ou non des tropismes

chez les arthropodes a beaucoup préoccupé les auteurs; rien qu'en 1908, huit mémoires ont été consacrés à sa solution.

Anna Drzewina d'une part, et S. J. Holmes d'autre part, tout à fait indépendamment l'un de l'autre, ont discuté, en s'appuyant sur des expériences nouvelles, la question de savoir si les crabes présentent des tropismes.

D'après A. Drzewina[1] les *Carcinus*, déposés sur une plage, se dirigent immédiatement du côté de la mer. Le mouvement présente un caractère automatique, irrésistible. La lumière, la direction du vent, la pente ne semblent pas intervenir. Cette orientation particulière de l'animal semble être sous la dépendance de l'humidité dégagée par la mer. En présence de plusieurs masses d'eau, les attractions se combinent suivant les lois de la mécanique. Y a-t-il *hydrotropisme*?

Si on détruit la symétrie du système nerveux, pendant un certain temps le crustacé effectue des mouvements de manège, mais peu à peu ces mouvements de rotation disparaissent.

Y a-t-il là une sorte d'apprentissage de la part de l'animal? On peut d'autant plus se le demander que l'auteur a montré que les crabes sont capables d'acquérir des habitudes nouvelles par voie associative.

Pour Holmes, la théorie des tropismes ne donne pas

1. A. Drzewina. Les réactions adaptatives des crabes, *Institut psychologique*, 1908.

une explication complète du « phototropisme » de certains crabes. Il fait observer[1] que, pendant le déplacement, le plan de symétrie de l'animal ne coïncide pas avec la direction des rayons lumineux (ce qui est la règle dans le phototropisme), car les crabes ont, comme on le sait, une locomotion latérale. Holmes, qui parle de la « mauvaise humeur » des crabes, qui dit qu'ils sont arrêtés ou contrariés par la « peur », invoque dans ce phénomène les sentiments peine-plaisir.

F. W. Carpenter arrive à des conclusions analogues en observant certaines mouches, les *Drosophila*.

Il serait intéressant de reprendre tous ces faits du point de vue de la chimie physique.

Je ferais remarquer que l'exemple des crabes ne me paraît pas en contradiction avec la théorie des tropismes. Dans un tropisme, les muscles agissent de la même façon à droite et à gauche du plan de symétrie, et forcément la marche se fait dans la direction de la force agissante. Or, quand les crabes marchent, les muscles agissent de façon opposée à droite et à gauche du plan de symétrie ; il y a un contraste très marqué dans les activités musculaires : les pattes d'un côté tirent à elles, alors que les pattes opposées poussent loin d'elles ; si la théorie des tropismes est vraie, la conséquence forcée est que le crabe s'oriente suivant une perpendiculaire à la direction de la force agissante ; c'est ce qui a lieu.

1. Holmes. Phototaxis in fiddler crabs an its relations to theories of orientation, *Journ. of Compar. Neurology*, 1908.

On pourrait de même chercher des faits de sensibilité différentielle parmi les éléments des instincts. Plus loin, nous le ferons, en analysant l'instinct dit de la « simulation de la mort ».

Voyons maintenant ce qui fait la trame essentielle des instincts, les phénomènes associatifs.

II

ÉTUDE DES SENSATIONS ET DE LEURS ASSOCIATIONS CHEZ LES ANIMAUX ARTICULÉS

A. — Discussions sur l'existence de ces sensations.

La question de l'existence des sensations chez les animaux inférieurs, celle de la nature de ces sensations chez les animaux supérieurs, ont donné lieu de tout temps aux controverses les plus vives.

Récemment, comme nous l'avons vu, les promoteurs de l'École mécaniste allemande, Bethe, Th. Beer, Uexküll, ont été jusqu'à la négation des sensations chez les animaux inférieurs, dépassant ainsi Descartes, l'illustre auteur de la théorie des bêtes machines, et Jacques Loeb, qui, il y a quelque vingt ans, a montré que beaucoup des actes des animaux inférieurs sont des réactions purement mécaniques, c'est-à-dire directes, et dépendant uniquement des propriétés générales de la matière vivante. Descartes fait observer dans une de ses *Lettres* que son opinion « n'est pas si cruelle aux animaux » ; il n'ôte la vie à aucun animal, il ne lui refuse pas même le sentiment « autant qu'il dépend des organes du corps ». Loeb, d'autre part, parle, même chez les animaux les plus inférieurs, de « sensibilité », et a reconnu souvent

chez eux des rudiments d'une « mémoire associative ».

Pour beaucoup d'auteurs allemands, au contraire, l'activité des animaux inférieurs serait faite uniquement d'actes purement mécaniques. Ces animaux réagiraient mécaniquement aux causes nuisibles. La sensibilité serait inutile chez eux ; elle n'existerait même pas.

Pour Ziegler, « il est peu probable que les animaux inférieurs ressentent la douleur » ; un ver qu'on écrase et qui contourne son corps de multiples manières ne souffrirait pas ! La douleur, dit-il, doit être considérée comme un *signal d'alarme*, qui permet à l'organisme de se soustraire à l'altération actuelle du corps ou de l'éviter dans l'avenir ; chez les animaux qui réagissent mécaniquement aux causes nuisibles, ce signal serait superflu.

On peut formuler ce raisonnement en trois propositions : La douleur est un luxe inutile ; or, il n'y a pas de luxe inutile dans la nature ; donc, la douleur n'existe pas.

Ce raisonnement découle de la loi dite d'économie, mais il n'est pas forcément vrai pour cela.

Je crois, comme tous ceux qui ont beaucoup observé les animaux inférieurs, qu'il est impossible de nier chez eux les sensations, mais je comprends un peu l'attitude de Ziegler quand je lis les écrits des auteurs pour lesquels le mot *sensation* implique la *conscience*.

Or, beaucoup de philosophes insistent sur ce qu'on ne doit jamais oublier que la conscience ne peut se révéler par aucun signe objectif, qu'elle est en dehors

du domaine des investigations scientifiques. Pour Ribot, la conscience, c'est la veilleuse interne qui éclaire un écran ; elle aurait sur la marche de l'intelligence la même influence, exactement, ni plus, ni moins, que cette veilleuse sur la marche de l'horloge. Pour Rémy de Gourmont : « Savoir si les animaux sont doués de conscience est assez difficile, et peut être assez inutile. »

B. — Discussions sur les critères des sensations.

Je crois qu'on peut parler de sensations chez les animaux, même inférieurs, mais en entendant par « sensations », non des phénomènes de conscience, mais bien des impressions du système nerveux qui se révèlent à nous, objectivement, par certaines réactions de l'être.

Quels sont les signes objectifs révélateurs des sensations ? Lamarck avait déjà cherché à répondre à cette question.

« N'y a-t-il pas quelque signe constant ou particulier qui puisse nous faire comprendre qu'un être différent de nous-même éprouve un sentiment quand il est affecté, et peut-on toujours accepter comme un témoignage le mouvement correspondant qu'il exécute alors, ou, comme en général, un animal ne donne pas d'autres signes de sentiment produit que les mouvements de ses parties, ces mouvements ne peuvent-ils pas souvent nous tromper et être dus seulement à l'*irritabilité* produite dans les parties de l'animal ? »

« Je ne connais, ajoute Lamarck, aucun signe cer-

tain de la sensation produite, sauf un cri engendré par la douleur ; mais tous les animaux ne sont pas capables de donner un tel signe et ceux qui ont ce pouvoir n'en usent pas toujours. »

On peut traduire en d'autres termes le passage précédent :

1° A un mouvement de l'animal ne correspond pas forcément une sensation ;

2° Toute sensation ne se traduit pas forcément par un mouvement.

Ou encore : il peut y avoir mouvement sans sensation et sensation sans mouvement.

Toutes les sensations ne s'extériorisent pas ; beaucoup restent en quelque sorte à l'état caché, à l'état latent. Celui qui étudiera les sensations uniquement par les mouvements qui leur correspondent ne connaîtra que bien peu les sensations des animaux.

Les sensations souvent ne se révèlent pas. Si nous n'avons aucun moyen de les faire apparaître, de les rendre manifestes, la psychologie comparée ne pourra exister. Si, au contraire, il nous est possible de faire sortir de l'obscurité ces choses cachées, la psychologie animale est susceptible du plus grand avenir.

On voit l'importance que prend cette question. Et bien ! je vais essayer de montrer que nous avons ce pouvoir. Bien que les sensations ne se traduisent pas toujours par des mouvements, nous pouvons les connaître.

La méthode dite de « réaction directe » n'est pas la seule possible ; il y en a une autre, une meilleure même : la méthode de l' « association ».

Je vais le montrer sur des exemples concrets :

1er exemple. — Je citerai d'abord les expériences de Meyer[1] sur les poissons. Je choisis cet exemple, bien qu'emprunté aux animaux supérieurs, parce que très net. Il a été établi d'une façon certaine que les poissons ne réagissent pas aux sons ; de là on a conclu qu'ils n'entendent pas. Or, Meyer a eu l'idée d'associer le stimulant auditif avec un autre « ayant pour l'animal de l'intérêt », la nutrition notamment. Toutes les fois qu'il faisait entendre un son à ses poissons, il leur offrait de la nourriture dans un petit compartiment de l'aquarium séparé par une cloison opaque. Au bout de deux mois d'essais préliminaires, aussitôt que résonnait le son connu, les poissons pénétraient dans le compartiment où se trouvait la nourriture. Donc, les poissons, du moins les espèces employées par Meyer, entendent, et c'est la méthode associative qui a permis de le mettre en évidence.

Dans cette expérience, on ne peut pas dire que la sensation n'existait pas ; si elle n'avait pas existé nous n'aurions pas pu l'associer à une autre. Elle était cachée ; nous avons trouvé le moyen de la révéler.

2e exemple. — Ce sont les insectes précisément qui nous fourniront le 2e exemple.

On doit à M. Bouvier[2] de fort belles observations sur

1. Max Meyer. Ergebnisse von Versuchen betreffend den Gehörsin der Fische, *Congrès de Genève*, 1909.

2. E.-L. Bouvier. Les habitudes des bembex, *Année psychologique*, 1900.

des hyménoptères, les *Bembex*, sortes de guêpes fouisseuses, qui déposent leurs œufs dans de petits trous creusés dans le sol et qui vont ensuite à la recherche des proies qui serviront de nourriture à leurs larves. L'insecte, après avoir effectué parfois un très long voyage, retrouve parfaitement l'emplacement de son nid ; pour M. Bouvier, ce qui le guide, ce sont surtout les sensations visuelles ; il s'oriente au moyen de certains points de repère, A, B, C..., par exemple trois plantes ; à côté se trouve une pierre qui ne semble pas servir de point de repère ; en effet, tandis que le déplacement ou la suppression d'une des plantes trouble l'animal, l'enlèvement de la pierre ne change en aucune façon sa manière de se comporter. Cependant, il est possible de montrer que l'insecte voit la pierre. Si, en effet, on supprime les trois repères A, B, C, et si on ratisse le sol, laissant seulement la pierre, l'animal, dérouté pendant un certain temps, finit par retrouver son trou, en se guidant manifestement sur la pierre, qu'on peut déplacer d'ailleurs.

Cette pierre avait donc donné lieu à des sensations qui nous étaient restées cachées, mais qui sont devenues apparentes après la suppression des objets qui produisaient des sensations plus fortes.

Il y a donc des sensations qui ne se manifestent pas immédiatement par des mouvements. Ces sensations sont nombreuses. Pour arriver à les connaître, il nous faut trouver les moyens de les faire entrer dans certaines combinaisons associatives et d'apprendre à l'animal à réagir à ces complexes de sensations.

Ainsi apparaît la voie nouvelle dans laquelle doit

s'engager la psychologie des animaux supérieurs, articulés et vertébrés.

Je ne sais pas si cette conception des sensations est susceptible de satisfaire beaucoup les psycho-physiciens, qui ne conçoivent pas des choses qui puissent rester cachées, des choses qui ne se traduisent pas directement par des mouvements, et qui ont établi des relations précises entre la sensation et le mouvement correspondant ; pour M. Charles Henry[1], du moins, chez les êtres inférieurs, il y aurait proportionnalité entre la sensation et le mouvement, tandis que chez les êtres supérieurs, la relation serait plus compliquée et pourrait prendre une forme logarithmique. C'est là, d'ailleurs, une pure vue de l'esprit.

C. — Lois des réactions déterminées par des associations de sensations.

On voit l'importance que jouent les associations de sensations chez les animaux suffisamment élevés en organisation, et en particulier chez les articulés.

Il était intéressant d'étudier ces associations, de rechercher les lois d'après lesquelles elles produisent des réactions ; peut-être plus tard arrivera-t-on à pénétrer dans le mécanisme physico-chimique de ces phénomènes.

Dans mon livre : la *Naissance de l'intelligence*, j'ai formulé à ce sujet deux lois.

1. Ch. Henry. Psychophysique et énergétique, Psycho-biologie et énergétique, *Institut psychologique*, 1909.

1° *Associations par ressemblance.* — Soit une série d'objets analogues, A, B, C, etc., et leurs caractères respectifs, α, β, γ...

A	α	β			δ		ξ	n	θ
B	α			γ		ε	ξ	n	θ
C	α					ε		n	θ
D	α	β				ε		n	θ
E	α	β				ε		n	θ
G	α				δ			n	

Par ordre de fréquence, les caractères se classent de la façon suivante :

α et n, θ, ε, β, δ γ

Les caractères les plus constants d'un objet vont devenir les caractères essentiels de l'association : ils stimulent constamment les organes des sens, et donnent des impressions qui se gravent de plus en plus dans le système nerveux. Les caractères qui se répètent peu resteront au contraire des caractères non essentiels : ils stimuleront rarement les organes des sens ; les impressions produites ne tarderont pas à pâlir, remplacées, d'ailleurs, par d'autres. Après une longue série d'expériences, il résultera comme une sorte d'*impression d'ensemble relativement simple de l'objet.*

Pour Zur Strassen, il y aurait là de l'abstraction, et il s'appuie sur un vieil écrit de W. Roux. Je ne suis pas de cet avis. L'association par ressemblance se fait grâce à une insuffisance des centres nerveux ; l'abstraction au contraire est un produit de cet admirable appareil qu'est le cerveau des vertébrés supérieurs.

Zur Strassen insiste sur les avantages de ces associa-

tions : un animal réagit de la même façon vis-à-vis de toute une classe d'objets ; il ne se laisse pas dérouter par des détails accessoires en plus ou en moins. Dans une chenille qui a mauvais goût, l'oiseau ne semble voir que la vive coloration, dite prémonitrice ; les attitudes, les tailles différentes ne le troublent pas. J'ai montré, par contre, qu'il peut y avoir désavantage : se laissant tromper par la forme, les bernards-l'ermite s'acharnent à explorer un caillou au lieu d'une coquille.

2° *L'automatisme dans les associations.* — Soit a, b, c, d..., les diverses sensations qui concourent à former l'association : $a + b + c + d$..., et soit r la réaction correspondant à cette association.

Au début, aucun des stimulants, a, b, c, d, ne peut, isolément ou même engagé dans un groupement partiel, déterminer la réaction r. *L'association des quatre stimulants est nécessaire.*

A la longue, quelques-uns seulement de ces éléments, un seul même, peut suffire à provoquer la réaction.

$$\begin{array}{lllll} a + & b + & c + & d & \longrightarrow r \\ a + & b + & c & & \longrightarrow r \\ a + & b & & & \longrightarrow r \\ a + & & c & & \longrightarrow r \\ a & & & & \longrightarrow r \end{array}$$

Le facteur a se trouve avoir pris une prédominance dans l'association.

Semon[1], dont le livre, *die Mneme*, a eu beaucoup

1. R. Semon. *Die mnemischen Empfindungen*, Leipzig, 1909.

de succès, ainsi que son livre plus récent, sur les sensations mnémiques, traduit dans des termes spéciaux ce fait qu'un retour *partiel* de la situation énergétique primitive suffit pour produire un état d'excitation complexe qui, au début, ne pouvait être obtenu que grâce au concours de plusieurs stimulants synchrones ; pour Semon, l'ecphorie de l'engraphie donne lieu à des phénomènes mnémiques.

D. — Création des associations chez les animaux articulés.

Il suffit de placer des animaux articulés, crustacés, insectes, dans un milieu où la disposition topographique des objets reste invariable, pour qu'au bout d'un certain temps ces animaux aient pris des habitudes en rapport avec cette disposition. Avec des animaux plus inférieurs, l'expérience ne réussit pas en général. Ceci s'explique par ce fait que chez ces derniers animaux la « mémoire associative » est encore peu développée.

Avec les animaux articulés, l'œil et, d'une façon générale, les organes des sens se sont perfectionnés considérablement et se sont mis à fournir des matériaux variés pour les combinaisons associatives. Toutefois, vu les lois exposées dans le paragraphe précédent, celles-ci sont moins complexes qu'on pourrait s'y attendre à première vue.

Les expériences de formation d'associations chez les animaux articulés sont encore très peu nombreuses.

Les premières en date sont celles de Yerkes et de G. E. Huggins[1]. Elles ont porté sur l'écrevisse. On donne au crustacé à *choisir* entre deux couloirs, dont l'un conduit à un bac rempli d'eau, et l'autre est fermé à son extrémité par une glace. Petit à petit, l'animal apprend à éviter celui-ci. Après 60 essais répartis sur une durée d'un mois (deux par jour), le nombre des choix convenables s'est élevé progressivement de 50 à 90 p. 100 Encore deux semaines après, l'habitude s'était conservée en partie (70 p. 100).

Les sensations qui s'associaient étaient fournies par le sens chimique, le toucher, le sens musculaire et la vision.

A. Drzewina[2] a récemment pu montrer que les crabes, contrairement à ce qu'avait soutenu Bethe, sont susceptibles d'un apprentissage. Le soir venu, une lumière attire ces animaux ; si on dispose sur leur chemin une cloison de verre, ils s'y heurtent à plusieurs reprises, puis ils finissent par trouver une petite porte pratiquée dans la cloison. On peut recommencer l'expérience tous les soirs : de jour en jour les crustacés franchissent plus rapidement la porte. Ici interviennent le sens musculaire et la vision.

Voici encore une expérience de Spaulding[3] : l'aquarium est également partagé en deux moitiés communiquant par une petite porte; l'une est éclairée,

1. Yerkes et Huggins. Habit formation in the crawfish, *Harvard Psych. Studies*, 1903.

2. A. Drzewina. Les réactions adaptatives des crabes, *Institut psychologique*, 1908.

3. E. G. Spaulding. Establishment of association in hermit crabs, *Journ. Comp. Neurology a. Psychology*, 1904.

l'autre obscure. De petits pagures se rendent dans la portion la plus éclairée ; on place des aliments dans l'autre portion. Petit à petit, les crustacés apprennent à aller à l'obscurité au lieu d'aller à la lumière, même quand il n'y a pas d'aliments. Le premier jour, 10 p. 100 des individus en expérience avaient trouvé la nourriture ; le huitième jour, l'aquarium étant bien lavé, aucun aliment n'étant placé, au bout de cinq minutes déjà, 24 individus sur 28 avaient pénétré dans le compartiment obscur.

E. — Recherche des sensations par la méthode associative.

Il serait désirable qu'on multiplie les expériences précédentes, car elles peuvent permettre, comme je l'ai indiqué plus haut (II, *B*), de révéler des sensations qui restaient latentes.

C'est grâce à la méthode associative que, tout récemment, Anna Drzewina a mis en évidence les sensations de forme chez certains crustacés.

Tout le monde connaît les pagures ou bernards-l'ermite qui logent dans de petites coquilles, de formes diverses. Ces crustacés apprécient-ils les formes ?

En général, les pagures misanthropes pénètrent, un peu au hasard des rencontres, dans toute coquille quelle que soit sa forme.

Anna Drzewina a imaginé l'expérience suivante :

« Je mets, dit-elle[1], un lot de pagures dépourvus

1. A. Drzewina. Contribution à la biologie des pagures misanthropes, *Arch. de zool. expér.*, 1910.

de leurs coquilles en présence de coquilles de troches (en forme de cône court) hermétiquement bouchées au liège. Les animaux s'en approchent et longuement s'acharnent après, en essayant d'arracher le liège avec leurs pinces. Le travail continue la nuit, et, le lendemain matin, la surface de l'eau du cristallisoir est toute couverte de débris de liège ; mais comme les bouchons tiennent bons, les efforts des pagures restent stériles. Pendant plusieurs jours de suite (quatre à cinq) on laisse les animaux en présence de ces coquilles, en ne faisant que renouveler l'eau tous les jours. On s'aperçoit qu'avec le temps les pagures deviennent de plus en plus indifférents vis-à-vis des coquilles; quand ils en rencontrent, dès que les pinces viennent au contact du liège ou même de l'échancrure que garnit le liège, ils s'en éloignent, comme ils s'éloignent d'une coquille habitée par un mollusque. Six à huit jours après le début de l'expérience, les pagures n'essaient même plus d'explorer les coquilles bouchées au liège ; quand on en place sur leur chemin, ils grimpent dessus et aussitôt redescendent pour continuer leur route, ou simplement glissent contre, ou même les repoussent de côté. Des débris de liège ne souillent plus comme au début l'eau, ce qui prouve un abandon complet de toute tentative de pénétration dans la coquille. Il est évident qu'il s'est formé chez les pagures une association nouvelle qui fait que le contact d'une coquille bouchée au liège ne déclanche pas l'acte d'exploration.

« Or, si en ce moment, on introduit dans le cristallisoir une coquille également bouchée au liège mais

de forme différente, celle d'un cérithe par exemple (cône allongé), l'allure de l'animal change immédiatement.

« Dès qu'il la rencontre, il s'en empare, et pendant cinq minutes, dix minutes, ne cesse de l'explorer, la parcourt suivant la génératrice longitudinale du sommet à la base, et de la base au sommet, la fait tourner sur elle-même, constamment essaie d'introduire ses pinces dans l'orifice bouché, et arrache des fragments de liège.

« Ce fait prouve que non seulement on peut créer chez les pagures des associations nouvelles et que par conséquent ces animaux sont susceptibles d'un apprentissage, mais aussi qu'ils sont capables d'*apprécier diverses formes* au moyen des sensations tactiles. Et qu'il en est bien ainsi, on peut le prouver en leur soumettant une nouvelle coquille de troche bouchée avec du papier, qu'ils peuvent facilement arracher. Eh bien, dans le cas présent, ils n'essaient même pas de l'enlever et, rencontrant la coquille, la repoussent. C'est donc bien la forme de la coquille qui arrête les mouvements d'exploration. »

J'ai tenu à citer tout au long les détails de l'expérience, car les résultats me paraissent des plus importants. C'est là une des premières tentatives de l'application aux animaux inférieurs de la *méthode associative* qui s'est montrée, dans ces derniers temps, si féconde en psychologie animale.

III

ANALYSE DE DIVERS INSTINCTS

Je vais appliquer les principes précédents, — ce qui n'a pas encore été fait à ma connaissance, — à l'analyse de quelques instincts ; à savoir :

1° Instinct dit de la « simulation de la mort » ;
2° Instinct du retour au nid ;
3° Instinct de la recherche des aliments ;
4° Mimétisme ;
5° Instincts sociaux.

A. — « Simulation de la mort ».

Beaucoup de crustacés et d'insectes présentent la faculté d'arrêter leur activité, de « simuler la mort », lorsqu'une des forces du milieu extérieur vient à varier brusquement, lorsqu'on les « menace ».

Je voudrais montrer, avec les auteurs qui ont analysé scientifiquement ces phénomènes, qu'il n'y a pas là « simulation », et que la conscience d'un danger n'intervient pas. Pour moi, ces phénomènes se rapprochent de ceux de sensibilité différentielle présentés par les animaux unicellulaires ou par les vers tubicoles.

Pour le prouver, il me faut tout d'abord bien définir les caractères de la sensibilité différentielle chez les animaux inférieurs.

Sensibilité différentielle des animaux unicellulaires. — 1° Les plus inférieurs de ces animaux, les amibes et autres organismes analogues, sont constitués par une masse de matière vivante, qui est susceptible d'émettre, dans diverses directions, des sortes de pieds ou pseudopodes, et de les rétracter ensuite.

Très souvent quand on examine au microscope ces animaux, on assiste à la brusque rétraction des pseudopodes, et, tandis que le corps prend une forme sphérique, à la suspension de l'activité apparente. La cause paraît être toujours une variation brusque dans les conditions du milieu extérieur.

2° Il peut y avoir *plusieurs degrés* dans le phénomène.

Parfois la rétraction du pseudopode est à peine manifeste. Frappons un coup sec sur le porte-objet du microscope, alors que nous observons une amibe ou un *Actinosphaerium* : le courant protoplasmique centrifuge du pseudopode qui s'allonge s'arrêtera momentanément ; il pourra même se produire un retrait partiel du pseudopode, un courant protoplasmique centripète passager.

D'autres formes, comme les difflugies, fait observer Verworn, réagissent plus énergiquement : déjà pour un léger ébranlement, les pseudopodes se retirent lentement et se raccourcissent plus ou moins, tandis que leur surface, de lisse qu'elle était auparavant,

devient ridée; mais pour de plus fortes secousses les pseudopodes sont souvent attirés jusque dans le corps protoplasmique... Parmi les polythalames, se trouvent aussi beaucoup de formes douées d'une grande irritabilité et qui déjà sous l'influence d'une seule secousse rétractent tout le réseau richement ramifié de leurs pseudopodes.

Avec plusieurs secousses, l'effet peut être augmenté.

3° Le phénomène est *présenté par des organismes d'origine assez diverse :* amibes et autres rhizopodes, globules blancs du sang (leucocytes), certains œufs ; et même par des fragments de ces organismes : morceaux détachés des rhizopodes, blastomères d'un œuf en voie de segmentation.

4° Le phénomène a lieu *à la suite de la variation brusque des forces les plus diverses du milieu extérieur.* Ainsi le *Pelomyxa* est un élégant rhizopode qui vit dans la vase du fond des mares. Si, pendant qu'il rampe, il reçoit des excitations mécaniques par secousses, ou chimiques par addition de solutions salines, ou thermiques par échauffement, il se contracte aussitôt et prend une forme sphérique ; mais le phénomène est surtout remarquable vis-à-vis de la lumière.

5° Quand les excitations se succèdent, *après un certain nombre, l'effet s'affaiblit.* Chez trois espèces d'héliozoaires, Pénard a constaté que « lorsqu'on tourmente un individu, on voit subitement comme l'éclair les pseudopodes se rétracter sur eux-mêmes et ne plus former chacun à la surface du corps qu'un coussinet;

mais, après un instant très court, ils réapparaissent rapidement; l'expérience peut se renouveler cinq ou six fois de suite, mais la réaction devient chaque fois plus difficile à obtenir. »

6° La *durée de la rétraction varie avec la température et l'éclairement.*

7° Dans ce phénomène ne semblent *pas intervenir des associations particulières de sensations.*

8° Les interprétations anthropomorphiques doivent être rejetées : Pénard a attribué ces phénomènes au sentiment de la « peur ». Cela ne saurait être une explication. Il y a avantage à tenir compte des troubles produits dans l'équilibre chimique des cellules.

Sensibilité différentielle des vers tubicoles. — On retrouve les mêmes caractères :

1° Très souvent ces vers se rétractent dans leurs tubes ;

2° La rétraction est plus ou moins prononcée ;

3° Le phénomène est présenté par des vers de groupes variés, et aussi par d'autres animaux tubicoles ;

4° Le phénomène a lieu quels que soient les stimulants du milieu extérieur ;

5° Après un certain nombre d'excitations, l'effet s'affaiblit ;

6° La durée de la rétraction varie avec la température et l'éclairement ;

7° Il n'y a pas lieu de tenir compte d'habitudes dues à des associations particulières de sensations ;

8° Il n'y a aucun avantage à se servir des interpré-

tations anthropomorphiques, telles que peur, mémoire...

Prétendue simulation de la mort des crustacés et des insectes. — Nous allons rechercher[1] si la prétendue simulation de la mort des crustacés et des insectes ne présente pas les mêmes caractères.

1° Il s'agit également d'un arrêt de l'activité apparente.

2° Le phénomène peut présenter divers degrés.

1er degré. — L'animal s'immobilise dans l'attitude même qu'il avait au moment de la simulation ; cette attitude peut donc être quelconque, des plus variables. Tel est le cas de certains insectes aquatiques appelés ranâtres. Le corps est formé d'une sorte de longue tige, de laquelle se détachent trois paires de pattes : celles des deux paires postérieures sont grêles et servent à la locomotion ; celles de la paire antérieure, plus courtes et en forme de crochets, servent à la préhension des aliments. Au moment où on retire l'insecte de l'eau, il garde son attitude présente : ou bien les pattes peuvent être pressées contre le corps, ou bien elles sont disposées à angle droit, comme des brindilles sur une tige, ou bien encore elles occupent d'autres positions.

2e degré. — Avant de s'immobiliser, l'animal rétracte ses appendices et se pelotonne sur lui-même, prenant ainsi une forme compacte.

Les cloportes s'enroulent plus ou moins sur eux-

1. En nous appuyant sur les travaux de Holmes : Death-feigning in Ranatra, *Journ. of compar. Neurology a. Psychology*, 1906.

mêmes, arrivant parfois à prendre la forme d'une sphère parfaite, et pouvant alors rouler sur des pentes comme une bille.

Chez les talitres, le corps se courbe en arc, les antennes se replient sous le corps, les pattes se reploient de chaque côté, mais cela plus ou moins selon les espèces.

Parmi les insectes, les coléoptères replient fréquemment leurs pattes sous le corps, les appliquant aussi étroitement que possible contre lui.

Dans les divers cas précédents, il faut remarquer que l'attitude d'immobilité est due à une contraction tétanique des muscles; elle se maintient grâce à un effort musculaire considérable; il s'agit, comme chez le ver tubicole, non d'un état passif, mais bien d'un état de suractivité musculaire.

3° On voit que le phénomène est présenté par des animaux articulés très variés, et vivant dans des habitats divers.

4° L'état tétanique peut être obtenu par les excitants les plus variés : attouchement, contrastes d'éclairement, contrastes chimiques.

5° A la suite de la répétition de l'excitation, le phénomène diminue d'intensité et de durée. C'est là un fait très général en physiologie.

6° Le phénomène dépend de la température et de l'éclairement. Sur la ranâtre, Holmes a constaté que la chaleur en diminue la durée, tandis que le froid l'augmente; il suffit d'ailleurs que l'insecte touche une surface froide pour que immédiatement il fasse le mort. L'exposition à la lumière agirait dans le même

sens que la chaleur ; en faisant mouvoir une lumière, on pourrait même arriver à « réveiller » l'insecte. Il faut remarquer que la chaleur et la lumière agissent comme des accélérateurs des réactions chimiques de l'organisme.

7° Il n'y a pas lieu de tenir compte des associations de sensations.

D'ailleurs, l'insecte qui simule la mort se comporte comme s'il ne sentait plus ; pour Holmes, son état est à rapprocher de la catalepsie chez l'homme : la sensibilité semble complètement abolie ; on peut couper les pattes l'une après l'autre, mutiler l'abdomen et le thorax, sans obtenir la moindre réaction.

Il y a déjà longtemps que Fabre d'Avignon a reconnu que, dans la simulation de la mort, l'insecte se comporte comme si rien ne se passait dans le milieu extérieur. Ses observations ont porté surtout sur des coléoptères. L'insecte placé sur le dos prenait l'attitude que nous avons décrite, caractérisée par la tête baissée, les membres appliqués contre le corps et l'immobilité ; le réveil pouvait ne se produire qu'au bout d'une heure, et débutait par un léger tremblement des pattes et de faibles oscillations des antennes et des palpes. Fabre n'a constaté aucune différence que l'observateur soit proche, éloigné, ou même en dehors de la pièce, que l'insecte soit découvert ou recouvert, que dans son voisinage des objets se meuvent ou non, que des sons se fassent entendre ou non. Le coléoptère semblait indifférent à tout ce qui se passait autour de lui.

8° On a donné beaucoup d'interprétations anthropo-

morphiques des phénomènes que je viens de décrire.

On a invoqué, comme pour les animaux unicellulaires, la *peur*. Effrayé, l'animal tendrait à prendre l'attitude pour laquelle il offre un minimum de surface, un minimum de prise, l'attitude pour laquelle les pattes, organes particulièrement menacés, sont le mieux protégées. Malheureusement pour les finalistes, les ranâtres par exemple nous montrent qu'il n'en est pas toujours ainsi.

On a parlé de *simulation*. Cette expression est mauvaise et pourrait laisser croire que l'animal a conscience de l'attitude qu'il prend et qui aurait pour but de tromper l'ennemi. D'ailleurs, il y a déjà longtemps que Darwin a fait remarquer que les attitudes prises dans la prétendue simulation de la mort ne sont pas du tout celles des animaux morts. Chez les coléoptères morts, les pattes sont plus ou moins étendues, et cela quelle que soit la cause de la mort. Mais, a-t-on dit alors, si les insectes ne simulent pas la mort, ils peuvent simuler certains objets, tels que les branches d'arbre et échapper ainsi à leurs ennemis. Ceci est rare, et d'une utilité fort contestable. Il est reconnu maintenant, comme nous le verrons plus loin, qu'on a exagéré beaucoup l'importance du mimétisme.

On a invoqué enfin la *volonté*. Or, nous avons vu que l'animal ne semble pas se rendre compte de ce qui se passe autour de lui. De plus, Holmes a montré que la suppression des yeux, du cerveau, de la tête tout entière ne modifie pas sensiblement le phénomène.

Holmes a décapité ses ranâtres, et cela n'a pas empêché ces insectes de se comporter pendant plu-

sieurs jours comme des individus normaux ; ils présentaient les mêmes réactions, nageaient avec les mêmes mouvements coordonnés, et, sortis de l'eau, simulaient la mort en prenant les mêmes attitudes que d'habitude. La durée du phénomène cependant était plus courte : quelques secondes à quelques minutes, et ceci aussi bien quelques heures que quelques jours après l'opération; pour Holmes, c'est là un effet de l'ablation des ganglions céphaliques, normalement inhibiteurs.

Mais on peut faire mieux encore : on peut couper la ranâtre en morceaux, et ceux-ci peuvent encore « simuler la mort ». Si on a partagé le corps transversalement en deux : la partie antérieure aussi bien que la partie postérieure peuvent devenir rigides quand on les frotte. Si on sectionne la chaîne nerveuse qui s'étend le long de la ligne ventrale de l'animal, la tête et le tronc postérieur exécutent des mouvements spontanés indépendants.

Nous avons ainsi retrouvé dans la prétendue « simulation de la mort », « volontaire », des auteurs, tous les caractères essentiels des phénomènes de sensibilité différentielle présentés par les animaux les plus inférieurs. Ici, l'instinct serait fait de survivances du passé. Nous le retrouverons encore chez les vertébrés, mais alors il arrivera que certains de ces animaux pourront l'utiliser d'une façon consciente.

B. — Retour au nid.

Il n'y a pas d'instinct qui ait été considéré comme plus merveilleux que celui du retour au nid. Dans

l'ancienne psychologie animale, on se contentait de l'admirer; dans la nouvelle, on a cherché à l'analyser.

Les uns ont essayé de ramener cet instinct uniquement à des tropismes; les autres se sont efforcés de montrer toute l'importance qu'y jouent les associations de sensations. En réalité, il résulte des dernières recherches, que l'instinct du retour au nid est le résultat de nombreuses activités, où figurent à la fois des tropismes, des manifestations de la sensibilité différentielle, des phénomènes associatifs.

Parmi les mollusques, les patelles des rochers littoraux reviennent à leurs gîtes : elles suivent certains chemins, dits de moindre résistance, conséquences de leur sensibilité différentielle; elles s'arrêtent quand certains complexes de sensations qui caractérisent les habitats habituels sont réalisés[1].

Mais, c'est parmi les animaux articulés, en particulier parmi les insectes, qu'on trouve les exemples les plus remarquables de retour au nid.

Je vais examiner les travaux les plus récents qui ont été faits sur les hyménoptères : fourmis d'une part, abeilles et guêpes d'autre part, faisant de larges emprunts à une excellente mise au point de la question par Claparède[2], mais aussi tenant compte d'importants travaux plus récents.

1. Fourmis. — Bethe avait voulu ramener tous les

1. G. Bohn. De l'orientation des patelles, *Scientia*, janvier 1909 et *Académie des sciences*, 1909, p. 868.

2. Claparède. La Faculté d'orientation lointaine. *Archives de Psychologie*, 1903.

actes des fourmis à des *tropismes;* récemment Turner a protesté, en étudiant avec soin les associations de sensations. L'un et l'autre me paraissent avoir été trop exclusifs.

1° *Part des tropismes dans l'instinct.* — Voyons tout d'abord en quoi consiste la fameuse théorie des *pistes odorantes* de Bethe.

Toutes les fourmis ne sont pas assujetties à suivre des routes spéciales. Très souvent les *Formica sanguinea* et *fusca* vont et viennent un peu dans toutes les directions; mais déjà les *Formica rufa* et *pratensis* suivent de préférence certains chemins. Quant aux *Lasius*, elles suivraient des routes bien déterminées, dont les détours et les circuits seraient exactement les mêmes à l'aller qu'au retour.

Pour Bethe : « les fourmis laisseraient derrière elles une trace chimique volatile, qui est *polarisée*, et qui est différente pour la direction allant vers le nid et pour la direction opposée; cette trace, impressionnant les organes antennaires, guiderait les fourmis à la façon d'un poteau indicateur. »

Bien longtemps avant Bethe, on avait déjà parlé de « piste odorante ». Déjà, en 1745, Charles Bonnet, dans ses *Observations sur les insectes*, fait remarquer qu'en passant le doigt au travers du sentier parcouru par les fourmis on les désoriente et il conclut à l'importance de l'odorat. Pierre Huber, au contraire, en 1810, dans ses célèbres recherches sur les fourmis, attache de l'importance à la vue. Et pendant longtemps, Fabre, Wasmann, Forel ont discuté à cet égard.

Ce qui fait l'originalité de la théorie de Bethe[1], c'est la *polarité des chemins*. Voici quelques-unes des expériences sur lesquelles il a fondé cette hypothèse.

1° Un disque tournant est placé au travers du chemin. Après rotation de 180°, les fourmis déjà engagées sur le disque continuent leur chemin, mais s'arrêtent quand elles arrivent à la limite du disque.

2° Une série de planchettes constituent la piste. On peut intervertir les planchettes en conservant la polarité : la marche n'est pas troublée. Si, au contraire, on place les planchettes de façon que des pôles de même nom se regardent, les fourmis se montrent incapables de franchir les séparations entre ces pôles de même nom. Pour une certaine disposition, en triangle, des planchettes, les animaux sont entraînés à tourner en cercle.

La théorie de Bethe a été très vivement critiquée, en particulier par Wasmann et Forel. Ces auteurs ne comprennent pas qu'il puisse y avoir une polarité, puisque les insectes vont dans les deux sens sur la même voie.

A cela Bethe répond que « la trace doit être qualitativement ou quantitativement différente suivant qu'elle a été déposée en allant au nid ou en en venant » ; et il ajoute : « une piste conduisant au nid ne peut pas servir aux insectes venant du nid, et une piste venant du nid ne peut pas guider les fourmis rentrant au nid. »

Wasmann et Forel ont protesté encore, au nom de

1. Bethe. *Pflügers Archiv*, 1898 et 1900.

la vraisemblance et à celui des faits. Wasmann estime que c'est « quelque chose d'autre » que la polarité de Bethe qui indique aux fourmis le sens de leur route, mais ce que c'est, « c'est naturellement difficile à dire ».

Il semble qu'on soit en plein mystère.

2° *Part des phénomènes associatifs dans l'instinct.* — Turner[1] a opéré sur de nombreuses espèces de fourmis ayant dans la nature des conditions de vie et des habitudes différentes. De plus, il a procédé par l'observation et l'expérimentation, sans qu'aucune idée préconçue, aucun parti pris, n'influe sur les conclusions déduites de l'ensemble des faits.

Selon Turner, les fourmis, dans leurs premiers passages, ne retrouvent le nid que par hasard, en *tournoyant* longtemps auprès de lui, et c'est seulement après plusieurs sorties, par *association de diverses impressions* perçues au cours des maraudes, par *souvenir de certains points de repère*, tels que irrégularités de la surface du sol, limites de l'ombre et de la lumière, par expérience en un mot, qu'elles arrivent dans la suite à s'orienter plus facilement.

Les fourmis sont capables d'apprendre et auraient une mémoire associative. Turner cherche à baser cette opinion sur de nombreuses expériences. Il ne donne pas à ses animaux des problèmes trop compliqués à résoudre ; il leur apprend à se servir d'un marchepied, à monter et à descendre des pentes diversement

1. Turner. The homing of ants, *Journ. of compar. Neurology a. Psychology*, 1907.

inclinées et diversement éclairées. Les sensations olfactives, tactiles, mécaniques, visuelles... s'associeraient, et n'auraient pas toutes la même « valeur psychique ». Les unes sont simples, d'autres composées, les unes primitives, d'autres dérivées ; mais toutes contribuent dans une mesure plus ou moins large au retour au nid : *cet acte est ainsi fort compliqué*, et non pas, comme on a voulu le faire croire, une réponse directe à quelque stimulant du milieu extérieur.

J'ai laissé complètement de côté dans ces pages l'examen d'une hypothèse qui fait jouer un rôle important dans le retour au nid à la mémoire musculaire, car récemment d'excellents auteurs tels que Turner, Ferton[1], Cornetz l'ont beaucoup critiquée. D'après Cornetz[2], qui vient de publier un volumineux mémoire, où sont relevés avec soin et précision, les chemins suivis par les fourmis, il faudrait distinguer deux sortes de mémoire musculaire : mémoire des mouvements effectués et mémoire du travail total accompli. Il rejette la première, chez les fourmis ; quant à la seconde, elle serait très grossière, et ne pourrait « s'appliquer qu'à la faculté d'estimation de la distance parcourue, mais en aucune façon à la faculté d'orientation ».

2. Abeilles et hyménoptères fouisseurs. — On doit à Fabre, à M. et Mme Peckham (1898), à P. Marchal (1900),

1. Ferton. Notes détachées sur l'instinct des hyménoptères, *Annales Société entomologique*, 1909.

2. Cornetz. Trajets de fourmis et retours au nid, *Institut psychologique*, 1910.

à E. Bouvier (1901), à Bethe (1898-1902)... des observations remarquables sur ces hyménoptères porte-aiguillons, se nourrissant de miel et de pollen.

Les abeilles sont velues et ont les pattes élargies ; les pattes des fouisseurs sont munies d'épines et d'aiguillons.

Parmi les abeilles, citons les abeilles solitaires : osmies, mégachiles, chalicodomes, et les abeilles sociales : bourdons et abeilles proprement dites. Parmi les fouisseurs, les plus célèbres sont les pompiles, les sphex et ammophiles, les cerceris, les bembex.

1° *Part des tropismes.* — Nous avons vu plus haut qu'au moment de la maturité sexuelle ces animaux se sensibilisent et acquièrent par suite un héliotropisme très prononcé, qui explique en partie le vol nuptial.

2° *Part des associations de sensations.* — Mais, chez les ouvrières, ce sont les associations de sensations qui jouent le grand rôle.

Tous les observateurs, dit Bouvier, ont signalé et admiré la sûreté vraiment merveilleuse avec laquelle les hyménoptères fouisseurs, et surtout les bembex, savent retrouver leur nid. Rien ne paraît plus indiquer l'emplacement du terrier, et pourtant, au retour de sa chasse, l'insecte n'éprouve pas la moindre hésitation pour retrouver son gîte ; après quelque repos dans le voisinage, il s'abat et se met à fouir juste au bon endroit. « On dirait, écrit Fabre, qu'il y a dans l'insecte quelque chose de plus subtil que le souvenir simple, une sorte d'intuition des lieux sans analogue en nous, enfin une faculté indéfinissable que je nomme mémoire

faute d'autre expression pour la désigner. L'inconnu ne peut avoir de nom ».

Observations de Fabre. — L'opinion de Fabre repose sur des observations ayant trait 1° aux cerceris, 2° aux bembex, 3° aux chalicodomes.

Des cerceris sont capturés sur un talus, enfermés dans un cornet de papier, puis dans une boîte, après avoir été marqués d'une tache blanche indélébile reconnaissable. Transportés à 1, 2 kilomètres, ils reviennent au nid ; d'autres sont emportés à Carpentras, à 3 kilomètres, et ne sont lâchés que le lendemain matin : sur dix, cinq sont revenus au talus.

Des chalicodomes emportés dans un cornet, puis soumis à des rotations nombreuses, sont relâchés à diverses distances de leur nid : à $2^{km},5$, il en revient (en moyenne) 4,5 sur 10 ; à 3 kilomètres, 3,5 sur 10 ; à 4 kilomètres, 2,25 sur 10. Rien ne pouvait troubler les chalicodomes, qui revenaient toujours au nid, après avoir franchi des collines, traversé des bois, évité des embuches de toutes sortes.

Il semble que les chalicodomes de Fabre « connaissaient » le pays à 4 kilomètres à la ronde.

Mais sur quoi reposait cette connaissance ? Cette connaissance était-elle indispensable ?

Des expériences ont été instituées pour répondre à ces questions. On a transporté des hyménoptères dans un lieu qui leur est inconnu, et on a cherché à voir s'ils revenaient à leur gîte dans les mêmes circonstances.

Ce lieu inconnu a été une ville, un lac, la mer.

a) *Une ville.* — L'expérience la plus célèbre est celle exécutée par Bethe, à Strasbourg. Dix abeilles, appartenant à un rucher des environs, furent lachées en pleine ville à 350, 400 et 650 mètres du rucher ; en même temps, dix autres abeilles étaient lâchées à des distances semblables, mais dans les champs. Les abeilles lâchées en ville revinrent plus vite que celles lâchées en dehors de la ville.

Forel et von Buttel-Reepen ont objecté que la ville, contenant des fabriques de confiserie, peut fort bien être connue des abeilles. Certes il y a lieu de tenir compte de cette critique. Mais s'il y a des hyménoptères qui fréquentent les villes, il y en a dont les mœurs sont essentiellement rustiques : tels les cerceris de Fabre; ceux-ci ne devaient pas connaître les rues de Carpentras, et pourtant ils sont bien revenus à leur terrier, situé à 3 kilomètres.

b) *Un lac.* — L'expérience suivante due à Yung, professeur à Genève, paraît des plus probantes. Vingt abeilles appartenant à une ruche située près du bord du lac sont enfermées dans une boîte et emportées à 6 kilomètres, à l'intérieur des terres. 17 d'entre elles reviennent à la ruche, quelques-unes au bout d'une heure déjà. Le lendemain, ces 17 abeilles sont remises en boîte, et emmenées en petit bateau à 3 kilomètres du rivage ; là, on leur rend leur liberté. Elles voltigent dans tous les sens et disparaissent. Aucune d'elles n'est rentrée au rucher.

Un lac étant un endroit que les abeilles ne fréquentent certainement pas, il semble bien que la connais-

sance des lieux a une certaine importance dans l'orientation lointaine.

c) *La mer.* — Il y a longtemps d'ailleurs que Romanes a signalé l'observation suivante. Il s'agissait d'un rucher nouvellement établi à 2 kilomètres du bord de la mer, et séparé de celle-ci par des pelouses dénudées. Au delà du rucher, du côté de l'intérieur des terres, le pays se composait de jardins et de prairies fleuris. Les abeilles lâchées de ces prairies ont retrouvé la ruche, tandis que celles lâchées de la mer ne sont pas revenues.

Observations de Bouvier[1]. — Il y aurait une mémoire des lieux, mais sur quoi serait fondée cette mémoire ? Pour tâcher de répondre avec plus de précision à cette question, voyons comment l'insecte se comporte quand, après les longs trajets dont nous venons de parler, il arrive près de son nid.

Fabre, qui admet de la part de l'insecte une « sorte d'intuition des lieux », a fait l'expérience suivante. Il a ratissé l'entrée du nid, caché cette entrée sous une pierre plate, sous une mosaïque de pierres, sous une nappe de crottin frais. Toujours l'hyménoptère, le bembex, serait revenu à l'endroit précis.

Bouvier, assez sceptique à cet égard, a repris et répété avec le bembex l'expérience de la pierre plate.

Il l'a posée sur l'entrée du nid et a obtenu à peu près les résultats indiqués par Fabre ; la présence de la pierre n'est pas sans dépayser un peu la guêpe, qui

1. E.-L. Bouvier. Les Habitudes des bembex, *Année psychologique*, 1900.

vole quelques instants autour avant de s'y poser ; de plus, si l'insecte s'arrête sur la pierre, ce n'est pas forcément juste au-dessus de l'entrée du terrier.

D'ailleurs, en 1841, Lepeletier l'avait déjà observé : « Elle se met à gratter la dalle, s'envole après un quart d'heure d'efforts, revient sans sa mouche, gratte, puis repart encore ; enfin elle se met à fouiller le sol sur les côtés, tantôt en un point, tantôt en un autre... »

Ainsi le bembex ne s'obstine pas inutilement au point où devrait être l'entrée de son nid ; il se déplace et cherche dans le voisinage un point plus favorable.

Bouvier a déplacé alors quelque peu la pierre. Par une belle journée de chasse, il la met à 2 décimètres au delà, en un point qui ressemblait beaucoup à celui où elle était restée les deux jours précédents. « L'insecte revint bientôt chargé d'une mouche, et sans hésitation appréciable, alla s'abattre sur le bord de la pierre, c'est-à-dire à 2 décimètres de l'entrée de son terrier, puis se mit à fouir comme s'il se fût trouvé à la bonne place. Je le chassai deux fois de la pierre, deux fois il revint et se livra au même manège. Enfin, je remis la pierre au lieu où elle était d'abord, et aussitôt l'insecte retrouva l'entrée de son logis. »

Bouvier conclut : « Ici, très évidemment, l'instinct avait été mis en défaut ; l'animal avait très exactement fixé dans sa mémoire la topographie du lieu, et comme la pierre était un des éléments essentiels de cette topographie, on comprend qu'elle servit de repère pour trouver l'entrée du nid. »

Bouvier a tenté des expériences semblables sur d'autres nids et avec d'autres pierres, et n'obtint

plus que des insuccès. Il conclut : « Les bembex, sans doute, savaient s'orienter au moyen d'autres accidents locaux qui les frappaient davantage. »

Enfin, sans déplacer la pierre, Bouvier a couvert de sable la terre noire qui environnait le nid.

Une pierre, plate et blanche, avait été laissée plusieurs jours à un décimètre en amont de l'orifice du terrier. Le déplacement de la pierre ne dépistait pas l'insecte.

Un matin, Bouvier recouvrit le sol uniformément avec du sable, et cela sur un espace de 5 à 6 décimètres carrés. Bientôt « le bembex du terrier était revenu portant une grosse éristale. Dépaysé par les travaux effectués en son absence, il vola quelques instants indécis au-dessus de la grève artificielle, puis finit par s'abattre à côté de la pierre (c'est-à-dire à un décimètre de l'orifice), et se mit à creuser. Mais il s'envola bientôt, explora le paysage dans un rayon de quelques mètres, revint fouiller près de la pierre, partit de nouveau en exploration, creusa près de la pierre, puis ailleurs, et ce manège inquiet ne dura pas moins d'un quart d'heure. La guêpe, fatiguée, finit par lâcher son éristale, mais c'était pour se remettre à fouir et à chercher de plus belle ; elle explora de la sorte tout l'espace autour du terrier et de la pierre, fouillant parfois à quelques millimètres de l'orifice cherché, puis quittant cet endroit pour aller s'obstiner ailleurs. Cela dura quarante-cinq minutes et aurait pu durer bien plus longtemps. » Bouvier, en effet, dégagea l'orifice du terrier.

J'ai cité les expériences de Bouvier, parce qu'elles

peuvent servir de modèles à ceux qui veulent pratiquer la nouvelle psychologie, et qu'on peut en tirer des conclusions assez nettes.

Il n'y a plus à invoquer une « force inconnue » ; l'insecte évidemment se guide sur des *points de repère*. Pour trouver l'aire où se trouve son nid, il se sert de points de repère éloignés ; pour trouver l'orifice du nid à l'intérieur de cette aire, il se sert de points de repère proches. Mais, si ceux-ci ont été modifiés, dérouté, il s'élève de nouveau, pour modifier le repérage lointain.

La reconnaissance de la région où se trouve le nid et celle du nid dans cette région nécessitent un *apprentissage*.

Chez les hyménoptères fouisseurs, celui-ci a été bien décrit par deux naturalistes américains, M. et Mme Peckham. Les pompiles, les sphex, les cerceris, qui viennent d'achever leur terrier, s'en éloignent en décrivant des circuits qui se déroulent en spirale. Il s'agirait là d'une « étude systématique des environs du terrier » (systematic study of the surroundings). Bates avait déjà décrit le même fait.

Il est d'ailleurs bien connu que lorsqu'une abeille sort pour la première fois de la ruche, elle exécute un « vol d'orientation », c'est-à-dire qu'elle vole autour de la ruche, en maintenant constamment la tête et les yeux dirigés vers elle. Cette attitude est caractéristique, et constituerait une preuve de l'orientation par la vue.

Von Buttel-Reepen, qui a bien étudié ce vol d'orientation, a montré que, si on éloigne de la ruche de

jeunes abeilles qui n'ont pas encore effectué ce vol, aucune ne revient. D'autre part, si on déplace une ruche (de 7 kilomètres), et si on en éloigne des abeilles (de 30 à 40 mètres), avant qu'elles n'aient fait un vol d'orientation préliminaire, aucune de celles-ci ne retrouve la ruche.

Chez les hyménoptères, l'apprentissage se fait très rapidement, car ces animaux sont doués d'une remarquable *mémoire associative* qui s'exerce entre les diverses sensations, en particulier les sensations visuelles. On peut d'ailleurs supprimer, comme l'a bien montré von Buttel, toutes les associations déjà formées dans la vie de l'individu, et cela d'une façon définitive, en le chloroformant ou l'éthérisant.

Dans deux mémoires récents, Turner [1], dont nous avons cité plus haut les expériences sur les fourmis, constate également que chez les hyménoptères ammophiles et antophorides le retour au nid se fait grâce à la mémoire des lieux. Quand on a apporté quelque changement au paysage autour du nid, l'insecte avant de s'envoler commence toujours par une exploration du voisinage ; celle-ci n'a pas lieu quand rien n'a été changé.

Tous ces faits montrent combien insuffisantes sont les explications mécanistes dans le genre de celles de Bethe. Mais ils montrent aussi la grande part que jouent les acquisitions individuelles dans l'instinct du retour au nid où l'on ne voyait que des tendances héritées, innées, immuables.

1. Turner. *Biological Bulletin*, 1908.

C. — Recherche de la nourriture.

On a beaucoup exagéré l'importance de la recherche de la nourriture chez les animaux inférieurs. Un grand nombre vivent en quelque sorte dans une atmosphère alimentaire, et n'ont qu'à absorber, par osmose ou par déglutition, les matières nutritives qui se trouvent en abondance autour d'eux. D'autres, dont la marche est soumise aux lois des tropismes et de la sensibilité différentielle, rencontrent par hasard les aliments qui leur sont nécessaires.

Parmi les insectes, les chenilles semblent rentrer encore dans ce cas. Nous avons parlé plus haut des observations de J. Loeb sur les tropismes des chenilles de *Porthesia chrysorrhœa*, et des variations de la sensibilité héliotropique par le fait même de la nutrition. De mon récent mémoire sur les réactions d'une autre espèce de chenilles, *Hypochrita Jacobœa*[1], il ressort que ces animaux sont soumis aux lois générales de la sensibilité différentielle ; leurs actes se comprendraient très mal du point de vue finaliste.

Chez les hyménoptères adultes qui, comme nous venons de le voir, ont une remarquable mémoire associative, on conçoit que celle-ci puisse s'appliquer, aussi bien à la recherche de la nourriture qu'à celle du gîte.

Qu'il nous suffise de citer ici les observations fort ingénieuses de Gaston Bonnier sur la division du tra-

1. G. Bohn. Quelques observations sur les chenilles des dunes, *Institut psychologique*, 1909.

vail chez les abeilles, nécessitée par l'entretien de la ruche[1]. Suivant les circonstances, une abeille peut être ou *chercheuse*, ou *butineuse*. Dans le premier cas, elle rôde ci et là, se posant sur les divers objets. Lorsqu'elle a découvert un endroit où il y a des substances à récolter, elle organise un va et vient de butineuses entre la ruche et cet endroit ; elle-même, passant à l'état de butineuse, fait partie du groupe d'abeilles destiné à cette récolte déterminée. Lorsque des butineuses accomplissent une besogne déterminée, par exemple quand elles vont chercher de l'eau pour préparer la bouillie qui sert à nourrir les larves, elles ne se détournent pas de leur travail pour en exécuter un autre. Elles viennent chercher de l'eau dans un bassin ; on peut disposer sur des flotteurs des gouttes de sirop de sucre ou même de miel ; elles ne se dérangent pas pour recueillir le liquide sucré. L'expérience inverse a été faite. C'était pendant une période de grande sécheresse ; le manque d'eau se faisait sentir dans la ruche ; vers le milieu du jour, des abeilles visitent des fleurs de lyciet ; près de ces fleurs, on place de l'eau ; elles ne se détournent pas de leur travail pour la récolter.

Gaston Bonnier, pour expliquer beaucoup des actes des habitants d'une ruche, fait intervenir l' « intelligence de la ruche », un « raisonnement collectif », alors que certains auteurs, tels qu'Abraham Netter, voient dans ces actes le résultat d'une simple irritabilité. Il est certain que chez les abeilles la com-

1. G. Bonnier. *Académie des sciences*, 1906.

plexité des actes est souvent beaucoup plus grande que chez les autres insectes, et qu'il y a lieu de tenir compte de la vie en commun de ces animaux. Je reviendrai plus loin sur cette question, en parlant des instincts sociaux.

Si l'on en excepte les abeilles et autres hyménoptères sociaux, chez les insectes, comme chez les invertébrés en général, il n'y a pas à proprement parler recherche de la nourriture. Tout à coup devant l'insecte la proie surgit, et il se précipite sur elle; presque toujours c'est la réponse à une stimulation visuelle provoquée par un corps en mouvement; l'insecte ne se précipite pas sur une proie immobile; et, quand celle-ci disparaît de sa vue, il ne la recherche pas.

En général, il ne saurait être question d'un instinct de la recherche de la nourriture; les actes de l'animal faits à la fois de tropismes, de sensibilité différentielle, de mémoire associative, individuelle ou même héritée, le conduisent, dans certaines circonstances, à trouver celle-ci. Suivant les espèces animales, la mémoire associative peut l'emporter ou non sur les autres activités. Je ne puis considérer ici les multiples cas qui peuvent se présenter. Mais il me faut examiner l'attitude actuelle des psychologues vis-à-vis d'un instinct que, depuis Fabre, on considérait comme tout à fait merveilleux : celui de l'hyménoptère qui paralyse une proie, pour la transporter ensuite dans le terrier où sont déposés les œufs.

Les merveilles de l'instinct d'après Fabre. — Que de fois, depuis Fabre, a-t-on parlé de l'instinct du sphex,

qui va piquer les centres nerveux du grillon, le plonge ainsi dans une torpeur qui dure plus d'un mois et le transporte dans son terrier pour le faire servir de pâture à sa progéniture.

Merveilleux serait l'instinct de l'insecte, qui, sans aucun apprentissage, saurait trouver, non seulement la proie convenable, mais encore dans cette proie le point précis où se trouve tel ganglion nerveux.

Merveilleux est l'instinct de l'insecte, qui paralyse sa proie par un coup d'aiguillon pour en nourrir des êtres qu'il ne connaît pas, puisqu'ils sont encore dans l'œuf ; qu'il ne connaîtra jamais, puisque la mort viendra le surprendre avant l'éclosion de sa progéniture.

Cet instinct, — fait observer Paul Marchal, — qui par une série d'actes bien ordonnés, assure, non la conservation de l'individu, mais la propagation de la race, sans que l'insecte puisse avoir la moindre conscience du but à atteindre, ne paraît-il pas, mieux qu'aucun autre, réunir toutes les conditions exigibles pour servir d'argument aux partisans du surnaturel dans la nature ?

Fabre a vu dans cet instinct « immuable », se manifestant d'une façon si précise, la preuve la plus convaincante que l'on puisse donner contre le transformisme. Et Romanes, l'élève préféré de Darwin, le continuateur de son œuvre, a dû, en toute sincérité, avouer qu'il regardait ce cas comme l'un des plus embarrassants de ceux que l'on connaît, comme étant celui qui est le plus difficile à expliquer au moyen de la théorie évolutionniste. Darwin, lui-même, n'a pu

dissimuler son embarras ; avec sa hardiesse habituelle, il a tenté une explication.

« Il ne me semble pas impossible, dit-il, que les ancêtres des *Pompilius* aient primitivement piqué les chenilles, les araignées, en un point quelconque du corps, puis qu'elles aient remarqué, grâce à leur intelligence (!), que s'ils les piquaient en un point déterminé, entre certains segments sur la face ventrale, leur victime était paralysée aussitôt. Il ne me semble pas incroyable que cet acte soit devenu alors instinctif, c'est-à-dire que le souvenir s'en soit transmis d'une génération à l'autre (Darwin faisait dériver l'instinct de l'intelligence). Il ne me semble pas nécessaire de supposer que lorsque le *Pompilius* pique le ganglion de sa victime il avait l'intention de conserver sa victime vivante ou savait que cela arriverait. »

Critique des observations de Fabre. — Les observations de Fabre sont un des exemples les plus parfaits de celles de l'ancienne psychologie. Il est nécessaire, avant de donner des interprétations, de les passer au crible de la critique. C'est ce qu'a fait d'une façon excellente Paul Marchal [1], indiquant ainsi l'une des voies dans laquelle on doit s'engager pour l'analyse des instincts.

Cet auteur commence par déclarer : « Les mœurs des insectes ont eu de nombreux historiens, mais la plupart des auteurs, même parmi les modernes, ont vu dans leur étude l'occasion d'exposer d'une façon

1. Paul Marchal. Étude sur l'instinct de l'*Ammophila affinis*. *Archives de zoologie expérimentale*, 1892.

plus ou moins élégante des historiettes où l'amour du merveilleux et le désir peut-être aussi d'émerveiller le lecteur apparaissent souvent d'une façon trop évidente ; c'est sans doute à cette tendance qu'il faut attribuer le discrédit jeté sur cette étude par beaucoup de naturalistes ; que l'on revienne donc sur des idées préconçues que rien ne justifie, et l'étude méthodique des mœurs des insectes constituera l'un des plus beaux chapitres de la psychologie comparée. »

Fabre avait insisté sur la fixité de l'instinct ; Marchal en montre les perfectionnements progressifs, en partant des guêpes ordinaires.

Avec lui, nous allons montrer :

1° Les méprises dans la poursuite des proies ;

2° Le manque de précision dans les coups d'aiguillon ;

3° Les origines en quelque sorte « égoïstes » de l'instinct maternel de ces hyménoptères.

1° *Méprises dans la poursuite des proies.* — Encore tout récemment, F. Picard en a relaté de singulières : un *Pompilius viaticus* s'élançant sur une *Cicindela hybrida,* sur une fourmi, insectes qui exhalent des odeurs différentes de celle exhalée par une lycose, proie habituelle du pompile.

2° *Imprécision des coups d'aiguillon.* — Pour Fabre, les coups d'aiguillon seraient donnés avec une *précision mathématique ;* pour Marchal et les observateurs récents, cette précision serait loin d'être merveilleuse

Lorsqu'une guêpe ordinaire rencontre une proie, elle la larde de multiples coups d'aiguillons dirigés

d'une façon un peu quelconque, puis elle aspire les sucs nutritifs qui s'échappent du cadavre. Les hyménoptères paralyseurs de Fabre se comportent-ils si différemment.

Deux cas sont à considérer : ou bien la proie a des téguments mous ; c'est la chenille piquée par les ammophiles ou l'araignée paralysée par les pompiles ; ou bien la proie a des téguments qui ne peuvent être percés facilement qu'au niveau des jointures ; c'est l'abeille attaquée par les cerceris et les philanthes, ou le grillon victime du sphex.

Dans le premier cas, l'instinct infaillible de Fabre se trouve souvent en défaut. Ferton, Rabaud[1], entre autres, ont observé les pompiles chassant les araignées. Pour Ferton, tandis que le *Priocnemis affinis* pique deux fois seulement, le *Pompilus pulcher* et un autre *Priocnemis* s'obstinent à larder l'araignée de nombreux coups d'aiguillon ; Rabaud, qui a observé un *Pompilius* et le *Pseudogeria carbonaria*, a constaté la multiplicité des coups d'aiguillons. Souvent au moins une vingtaine de coups étaient portés dans tous les sens.

« Que n'avait-on pas dit, depuis Fabre, sur la prescience anatomique du sphex et des pompiles? D'un coup d'aiguillon, portant à l'endroit précis, l'hyménoptère atteindrait sans erreur le ganglion thoracique. La réalité n'est pas aussi surnaturellement simple, et, quand on regarde avec les yeux du naturaliste, l'unique coup d'aiguillon se multiplie étrangement. »

1. Et. Rabaud. Notes critiques sur les mœurs des Pompiles. *Bulletin scientifique de la France et de la Belgique*, 1909.

Dans le second cas, il n'y aurait également rien de surnaturel, d'après P. Marchal. Supposons qu'il s'agisse de l'attaque d'une abeille (halycte) par un cerceris. Celui-ci pique sa proie là où il peut et là où cela lui est le plus commode. Il se trouve dans l'obligation de la happer par la nuque avec ses mandibules, afin d'éviter les morsures de sa victime ; pour piquer, il doit recourber son abdomen, comme le ferait tout autre insecte de la même famille dans les mêmes circonstances, et son extrémité a plus de chances d'aller se placer sous le ventre de la victime qu'en tout autre endroit : le cerceris « choisit » sur la poitrine de l'abeille les points faibles où son aiguillon peut pénétrer : mais quoi de plus naturel ? Ce n'est pas une science mystérieuse qui conduit le cerceris à piquer tel point ou tel autre ; c'est la nature même de sa victime dont il explore la poitrine avec l'extrémité de son abdomen : dans les rainures marquant les limites des segments, l'aiguillon s'arrête et souvent s'enfonce ; l'ordre dans lequel sont donnés les coups d'aiguillon est très variable. Le cerceris donne à son abdomen une certaine courbure, et tâtonnant avec son extrémité en forme de crochet, il la fait glisser lentement sous le thorax et l'abdomen et va piquer les articulations qui se trouvent *à sa portée :* celles-ci diffèrent suivant la taille de la proie. De plus, la dissection montre que les endroits piqués correspondent non aux ganglions nerveux, mais à la moitié de la distance qui les sépare, cette distance est toutefois assez faible pour admettre que l'influence du venin se transmet aux ganglions d'une façon presque immédiate.

3° *Intérêt individuel dans la « malaxation »*. — Pour Fabre, l'hyménoptère paralyseur ne se contente pas de piquer les ganglions ventraux, il « malaxe » encore la tête, pour atteindre le cerveau, le comprimer, et obtenir ainsi une léthargie, une torpeur passagère. Le sphex opérerait avec les précautions d'un chirurgien qui mesure la force de chaque coup qu'il donne.

Or, pour Marchal, tout au contraire, le cerceris agit avec la brutalité du bourreau ; s'il rencontre le cerveau, il lèche aussi avec avidité les sucs qui s'échappent de la plaie. Le cerceris, proche parent du sphex, que Fabre compare à l'un de nos plus illustres physiologistes, à Flourens, redescend donc au rang du vulgaire furet qui prend son ennemi à la gorge pour se nourrir de ses liquides vitaux. « Quels sont, en effet, les organes qui passent à la nuque ? C'est d'abord le grand vaisseau dorsal du cœur tout à fait superficiel, qui va se prolongeant jusque vers la tête, et puis c'est le tube digestif qui verse ainsi son miel par la plaie béante, et, le mélangeant au sang qui sort du cœur, forme ce breuvage délicieux dont se délecte le cerceris. »

Marchal considère l' « intérêt individuel » comme le point de départ de l'instinct des hyménoptères paralyseurs. A la suite de cette conclusion, il s'est élevé un débat entre cet auteur et Fabre. Les observations de Fabre étaient une contribution importante à l'étude de l' « amour maternel » chez les animaux. Pour Marchal, ce prétendu « amour maternel » aurait des origines « égoïstes ». Mais l'idée d'accuser d'égoïsme un sphégien révolte Fabre. Il ne conteste pas qu'après la

malaxation, sans laquelle la paralysie de la proie ne serait pas durable, le cerceris, le philanthe, aspire le miel contenu dans le jabot de sa victime, l'ammophile retire du tube digestif de la chenille le jus de salade qu'il peut contenir..., mais si le cerceris, le philanthe, l'ammophile fait ainsi, ce n'est pas pour satisfaire sa gourmandise, mais bien dans l'intérêt même des larves qui sont carnivores, et qui mourraient en mangeant du miel ou en absorbant du jus de salade.

On le voit, la réponse est ingénieuse. Mais elle est caractéristique de la vieille psychologie toute finaliste et anthropomorphique.

Plus on analyse les faits, plus on dépouille l'instinct du sphex de ses merveilles, plus on ramène celui-ci « aux choses les plus naturelles qui soient au monde ». Ici encore, cet instinct nous apparaît finalement comme un agrégat d'activités variées, les unes simples, les autres plus complexes, et il y a lieu de tenir compte *aussi bien de qualités transmises par voie héréditaire que de qualités acquises dans la vie de l'individu.*

D. — Mimétisme.

D'une façon générale, dans l'étude des instincts, on a beaucoup exagéré l'importance du point de vue finaliste. Dans les paragraphes qui précèdent, nous venons de voir que l'analyse scientifique des instincts conduit à les considérer comme des *sommes* d'activités diverses, simples ou complexes, acquises dans la vie individuelle ou héritées isolément les unes des autres,

utiles ou nuisibles suivant les circonstances. Évidemment nous ne pouvons observer que les cas où le groupement accidentel de ces activités s'est trouvé compatible avec la vie. Mais, dans les groupements conservés, que d'imperfections, que d'inutilités !

Le « mimétisme » a contribué dans une large part à la faillite des théories finalistes.

Le mimétisme, c'est la ressemblance protectrice. Un animal a adopté la couleur ou même la forme d'un objet ou d'un être indifférent à la plupart des autres animaux, ou que ceux-ci craignent.

Or, dans bien des cas, il n'est pas démontré que cette ressemblance ait une utilité quelconque. Les animaux qui la présentent sont souvent mangés aussi facilement que ceux qui ne la présentent pas.

Au point de vue de la psychologie, ce qui nous intéresse, c'est le *mimétisme* dit *actif* : par exemple celui d'un animal qui prend des « attitudes de menace », ou celui d'un animal qui cherche à se dissimuler en s'habillant de corps étrangers.

Attitudes de menace. — Les attitudes dites de menace ont donné lieu à un tout récent mémoire du biologiste russe Faussek[1]. En présence d'un ennemi, beaucoup d'animaux s'enfuient, certains prendraient une « attitude terrifiante ». Celle-ci résulterait d'une augmentation réelle ou apparente des dimensions de l'animal, obtenue, soit par un gonflement du corps, soit par l'extension des appendices : pattes, poils,

1. Faussek. *Travaux de la Société des Naturalistes de Saint-Pétersbourg*, vol. XXXVII, 1909.

piquants, plumes. En même temps apparaîtrait fréquemment une tache de couleur voyante.

La tarentule russe se dresse en l'air, en étendant ses pattes, et montrant sa face ventrale vivement colorée. Certaine scolopendre soulève brusquement la partie postérieure du corps. Les papillons étalent leurs ailes marquées de couleurs brillantes. De même, parmi les poissons, les trigles, les poissons volants déploient leurs nageoires pectorales, dont la couleur éclatante apparaît ainsi brusquement. La conséquence de ces diverses attitudes, c'est qu'au moment où elles sont prises, d'autres animaux qui sont dans le voisinage s'enfuient.

On conçoit aisément que l'imagination idéaliste de l'homme se soit emparée de ces faits. L'animal qui s'enfuit a « peur » ; celui qui prend l'attitude décrite « veut faire peur ». Faussek nous dépeint le tableau suivant : « Un petit poisson marin, *Blennius ocellaris*, porte sur le dos une nageoire longue et relativement très haute qui présente vers le milieu une grosse tache noire bordée de blanc qui se détache nettement sur le fond gris de la nageoire, et qui, au repos, est rabattue contre le corps. Quand on l'attaque, l'animal ne s'enfuit pas comme les autres blennies qui n'ont pas cette nageoire particulière ; au contraire, hardiment, il s'arrête en face de l'ennemi et dresse dans l'air son drapeau ; par son aspect, il en impose à son ennemi. »

La nouvelle psychologie à son tour s'emparera de tous ces faits. Là, où on parle de peur, elle verra probablement une réponse de la sensibilité différentielle.

Elle rejettera toute intention volontaire chez l'araignée, l'insecte, et même chez le poisson.

Habillement dissimulateur. — Il ne faudrait cependant pas trop tomber dans les explications simplistes. Récemment, pour expliquer l'habillement de certains crustacés par des algues colorées, n'a-t-on pas été jusqu'à invoquer un simple tropisme?

C'est un fait assez général chez les crustacés, celui de planter sur leur carapace toutes sortes de corps.

Dans les profondeurs sableuses du golfe de Gascogne, les langoustines, dont la carapace est colorée en rouge vif, fabriquent avec le sable et une sécrétion buccale un ciment qu'elles appliquent, au moyen de leurs pattes postérieures, sur la carapace munie d'une sorte de duvet qui permet l'adhérence du revêtement de sable. L'animal ainsi habillé prend l'aspect du fond sur lequel il se tient.

L'habillement par le sable est un phénomène présenté fréquemment par les animaux du même habitat : galathées, etc.

Les pagures ou bernards-l'ermite, eux, logent leur abdomen mou dans des coquilles, des éponges ; le fait est assez connu pour que je n'insiste pas davantage.

Les crabes peuvent, ou s'habiller de sable comme les homaridés, ou se couvrir de corps étrangers comme les pagures.

Les dromies, ou dormeuses, sont bien curieuses à cet égard. On les trouve dans les fosses rocheuses de la Manche, là où poussent des algues en forme de longs

rubans, les laminaires. Si on les met avec celles-ci dans un aquarium, on les voit, le soir venu, en découper des morceaux avec leurs pinces ; ensuite elles portent un morceau sur leur dos et le maintiennent appliqué avec les pattes assez courtes de derrière ; s'il est trop grand et dépasse les bords de la carapace, l'animal l'enlève, et, après l'avoir recoupé, il l'applique à nouveau. L'animal se taille ainsi, par approximations successives, un habit qu'il peut renouveler.

Les dorippes sont comme les dromies des formes assez primitives de crabes. Une dorippe saisit n'importe quel corps mort ou vivant, dont elle peut s'emparer, et le maintient avec ses pattes postérieures qu'elle peut dresser au-dessus de son dos : elle se promène ainsi dissimulée. Coquillages, ascidies, crustacés, étoiles de mer, têtes de poissons, débris de verre et de bois : elle s'empare de tout ce qu'elle trouve et maintient sur sa carapace ce qui peut s'y appliquer. Lorsqu'il s'agit d'un être vivant, il s'élève naturellement d'amusants combats entre le crabe « poussé par son instinct » et sa proie récalcitrante.

Les crabes du genre *Maïa*, dits araignées de mer, aux mouvements très lents, se couvrent également d'une foule de corps étrangers : les uns portent sur le dos et les pattes une forêt d'algues et de petites colonies animales appartenant aux bryozoaires et aux hydraires ; d'autres portent sur leurs longues pattes des algues, des éponges, des ascidies ; d'autres encore de petites pierres et des coquillages, etc. Chaque animal montre une toilette différente, souvent des plus fantastiques. Parfois il se trouve plus ou moins dissi-

mulé à nos yeux; d'autres fois c'est le contraire.

En 1889, Aurivilius a bien précisé le mécanisme de l'habillement, qui semble se faire en quelque sorte automatiquement, comme beaucoup des mouvements de l'organisme. Le fait le plus curieux mis en évidence par cet auteur serait un « choix » des couleurs. Un crabe situé dans un milieu où prédominent les algues rouges choisirait ces algues et rejetterait celles d'autres couleurs, D'autre part un crabe déjà habillé de rouge choisirait le milieu dont la couleur s'harmonise le plus avec la sienne.

De ceci, on n'a pas le droit de conclure que les crabes distinguent les couleurs ; les contrastes d'éclairement (sensibilité différentielle) peuvent intervenir tout simplement. Toutes les fois qu'il s'agit de lumières colorées, il faut tenir compte à la fois de deux facteurs : l'intensité et la tonalité, et employer des tonalités aussi pures que possible.

L'acte d'un crabe qui se déguise, loin d'être un tropisme, est constitué en réalité par un complexe d'activités, où interviennent, à côté de la sensibilité différentielle, des phénomènes associatifs.

Relations des fleurs et des insectes. — Le cas de l'habillement des crabes peut être rapproché de celui de l'attraction des insectes par les fleurs.

On est encore dans une grande incertitude au sujet de l'importance que jouent les couleurs dans cette attraction. On n'a pas suffisamment distingué les tonalités des intensités différentes. Beaucoup de biologistes pensent encore que les couleurs n'interviennent pas.

Je citerai ici simplement Bethe, Plateau. Von Marilann fait jouer un rôle important aux « contrastes ». Il appelle l'attention sur le fait que les tapis multicolores de nos prairies présentent rarement, à la fois, toutes les couleurs de fleurs ; dans la plupart des cas, il n'y a guère à côté du vert que deux couleurs qui dominent : blanc-rouge, bleu-jaune, violet-orangé ; ce sont donc des couleurs faisant contraste qui apparaissent côte à côte.

Mais, pour ceux qui ont multiplié les expériences, l'attraction des insectes par les fleurs ne saurait s'expliquer uniquement par des réactions à de simples contrastes d'éclairement ; les réactions dépendent d'autres facteurs sensoriels que les facteurs visuels et des associations diverses qui ont pu être contractées entre eux, principalement au cours de la vie individuelle. Telle est la conclusion à laquelle arrive Auguste Forel. « L'orientation est le résultat de l'expérience des sens connus, combinés ou non, surtout de la vue ou de l'odorat, selon les cas et les espèces. » Dans l'orientation aérienne, la vue prédominerait cependant.

Ici encore nous voyons l'importance des phénomènes associatifs dans la vie des crustacés et des insectes. Les associations de sensations qui se font ou se complètent au cours de la vie de chaque individu, forment en quelque sorte le ciment qui unit les restes d'autres activités, autrement dit forment le fondement du psychisme de ces animaux, de ce qu'on appelle leurs « instincts ».

E. — Instincts sociaux.

On ne dirait plus maintenant que l'opium fait dormir parce qu'il a une vertu dormitive. Cela sentirait trop le moyen âge et les explications scolastiques. Cependant on a encore coutume d'expliquer la vie sociale des animaux en disant qu'elle tient à l' « instinct de sociabilité ».

Récemment, dans une remarquable étude que j'utiliserai ici [1], Waxweiler, le fondateur de l'Institut de sociologie, à Bruxelles, a protesté contre ces explications purement verbales : « Sous l'impulsion d'hommes comme Verworn en Allemagne, Giard en France, Loeb aux États-Unis, une pléiade de chercheurs se lancent avec un véritable enthousiasme dans l'investigation objective, autant que possible expérimentale, des phénomènes attribués aux « instincts », et l'on entrevoit le moment où le mot lui-même aura disparu de la terminologie scientifique, comme l'horreur du vide a disparu de la langue physique et la force vitale de la langue physiologique. »

Le mot « instinct social » correspond à un ensemble de faits et ne saurait expliquer ceux-ci ; mais il y a lieu de considérer ces faits et de les coordonner.

Waxweiler et ses élèves sont partis des plantes et des animaux inférieurs.

Sociétés végétales. — Il était nécessaire de commencer

1. Waxweiler. Sur la modification des instincts sociaux, *Société d'Anthropologie de Bruxelles*, 1907,

par chercher s'il y avait des « sociétés végétales » pouvant être comparées aux « sociétés animales ».

Nous allons reconnaître aisément que le terme « société végétale » a été employé abusivement.

Pétrucci, élève de Waxweiler, a bien montré qu'on ne peut considérer un *groupement* d'individus comme une *société*, que quand des interactions réciproques entre les individus composants sont en jeu.

Beaucoup d'*agglomérations* de végétaux peuvent être dues à des causes extérieures telles que le sol, le climat.... ; on ne saurait parler de sociétés.

Sur les côtes de la Manche, près de Fécamp, les petites vallées d'Yport et de Vaucottes, bien protégées du vent et des intempéries, sont toutes boisées, alors que tout le pays à l'entour est nu de feuillage. Certes, ces bois ne se sont pas formés par une *attraction* des arbres les uns par les autres ; ceux-ci ont poussé dans les seuls endroits où la protection était suffisante ; ces endroits étant d'étendue limitée, ils se sont trouvés forcément groupés. Telle autre agglomération végétale trouverait son explication dans la composition du sol.

On observe souvent qu'une plante peut en protéger une autre contre les conditions du milieu extérieur ou contre les animaux : les herbes qui poussent à l'ombre d'un arbre n'ont guère à craindre la sécheresse ; celles qui sont parmi les buissons épineux échappent assez facilement aux morsures des animaux. Il se forme ainsi des associations entre plantes différentes, mais, pas plus que dans le premier cas, le phénomène ne peut être qualifié de sociologique.

Dans son livre, *Parasitisme et mutualisme* (1906), le

Dr Laloy est allé jusqu'à appliquer le terme « société végétale » aux plantes grimpantes et aux plantes épiphytes. Pour qu'on puisse parler de « société », il faudrait au moins qu'on ait pu reconnaître qu'une plante est susceptible de réagir aux excitations d'autres individus de la même espèce ou de l'espèce associée.

Or, J.-C. Bose, qui en 1906, dans un ouvrage devenu célèbre, *Plant Response*, a cherché à quelles excitations le végétal réagit, n'a jamais rien constaté de pareil.

Agglomérations animales. — Chez les animaux inférieurs, on observe dans bien des cas des agglomérations qu'on peut rapprocher des agglomérations végétales dont nous venons de parler.

Considérons, pour commencer, des êtres extrêmement simples, formés d'une seule cellule, les infusoires.

Placés dans un milieu chauffé de 40 à 45°, ceux-ci s'agglomèrent instantanément au-dessous d'une plaque de verre, sur laquelle on a laissé tomber une goutte d'eau froide. De même ils s'amassent dans une goutte d'acide acétique, autour d'une bulle d'acide carbonique. Bien plus, on les voit s'assembler spontanément, sans stimulant externe apparent : c'est qu'ils produisent eux-mêmes de l'acide carbonique, et leurs groupes coïncident avec l'emplacement des bulles de ce gaz.

Pour Waxweiler, chez les infusoires, l'agglomération ne suppose aucune potentialité réactionnelle des individus les uns à l'égard des autres : elle serait due à des facteurs purement extérieurs.

A un degré plus élevé, prenons les vers de terre. Les pêcheurs à la ligne savent que souvent on les trouve en « paquets » dans le sol. Loeb avait pensé à une attraction chimique. Waxweiler et le Dr G. Bouché ont reconnu que les vers sont indifférents les uns aux autres et que leur enroulement interindividuel est dû aux variations de température, d'humidité, survenues dans le milieu.

Vie sociale des fourmis. — Il nous faut monter plus haut dans l'échelle animale, jusque chez les insectes supérieurs, pour rencontrer quelque chose qui puisse être qualifiée de « vie sociale ».

On a écrit des volumes entiers sur la « vie sociale » des fourmis, des termites, des abeilles ; je ne puis ici qu'envisager sommairement les points de vue nouveaux concernant les origines et les conséquences de cette vie sociale, et propres à jeter quelque lumière sur la marche de l'évolution du psychisme et de l'intelligence.

Turner a établi, par des expériences nombreuses et décisives, semble-t-il, que les fourmis ne sont pas, comme Bethe l'a soutenu, uniquement des machines réflexes : elles possèdent une « mémoire associative », visuelle surtout, et sont par suite capables d'éducation et de progrès.

Analyser l'instinct social revient donc encore à chercher la part des actes mécaniques et celle des actes associatifs dans le développement de la vie sociale des fourmis.

D'après les recherches de Miss Fielde (1901 à 1905),

les attractions olfactives joueraient un grand rôle. Il y aurait des *odeurs caractéristiques*, pour chaque espèce de fourmi et pour les diverses générations. L'odeur d'une génération, héritée de l'odeur maternelle directement par la mère et de l'odeur grand'maternelle indirectement par le père, changerait avec l'âge, surtout chez les ouvrières. L'odeur d'une fourmilière serait par conséquent une synthèse d'odeurs particulières. De plus, les fourmis auraient une *mémoire olfactive développée*. Les fourmis de même âge, donc au même degré d'évolution odorante variable, sont très accueillantes entre elles, même après une longue séparation. Il suffit, d'autre part, que des fourmis aient vécu avec d'autres fourmis d'une certaine odeur pour que, rencontrant, longtemps après, ces fourmis, elles entrent en rapport avec elles.

Les « attitudes sociales » dépendraient des souvenirs olfactifs. On peut tromper une fourmi en lui présentant une fourmi d'une autre fourmilière trempée préalablement dans un bouillon fabriqué avec des fourmis de la même fourmilière qu'elle : au lieu d'être attaquée, entraînée ou même tuée, l'intruse est en général accueillie tant qu'elle dégage l'odeur caractéristique.

Maintenant envisageons la genèse d'une fourmilière, d'après les travaux de Wasmann, Emery, Wheeler, et autres.

Après le vol nuptial, la femelle fécondée retombe sur le sol, et se met à pondre.

Le cas le plus simple est celui où la femelle va s'installer sous une pierre pour pondre ; elle mange

une partie des œufs qu'elle pond (9 sur 10) et « soigne » les autres ; les premières ouvrières qui apparaissent nourrissent les larves avec des œufs non encore éclos. Comme dans le cas des animaux inférieurs, l'agglomération des individus se trouve maintenue par les conditions favorables réalisées par la pierre : toutes les fourmis restent sous l'abri commun.

Il peut arriver que la femelle retombe, après le vol nuptial, dans une fourmilière de la même espèce ; elle pond alors au sein de cette fourmilière et les larves sont soignées par les ouvrières. Pour Miss Fielde, les soins ainsi donnés aux larves sont inutiles au développement de celles-ci ; ils sont déterminés par la recherche purement individuelle de la nourriture de goût agréable que les ouvrières éleveuses se procurent en léchant les larves ; aussitôt qu'on enlève aux fourmis les segments 7 et 8 des antennes, par lesquels se recueillent les sensations, elles deviennent totalement indifférentes aux larves.

Des cas plus compliqués sont réalisés quand la femelle tombe dans une fourmilière d'une autre espèce et est admise à y pondre, et aussi quand les ouvrières d'une fourmilière vont chercher les œufs et les larves d'une autre fourmilière.

D'une façon générale, les colonies, simples ou mixtes, de fourmis, se présentent à nous comme des agglomérations dans des endroits favorables au développement de ces insectes, et maintenues également par les attractions olfactives, génétiques ou acquises. Au sein de ces agglomérations, nous voyons chaque fourmi satisfaire plutôt ses besoins individuels. Pour

Turner lui-même, qui a repoussé les explications simplistes de Bethe, les fourmis ne semblent pas susceptibles de coordonner leurs activités, la division du travail au sens vulgaire n'existerait pas chez elles. Tout ce qu'on a cru voir dans cette direction, fait aussi observer Waxweiler, se réduirait à des « coïncidences d'activités purement individuelles ».

N'est-il pas intéressant de rapprocher ces faits, dus à l'observation la plus rigoureuse, du jugement porté par Espinas, dans ses *Sociétés animales* : « Une fourmilière est une pensée unique, quoique diffuse. »

Vie sociale des abeilles. — Chez les abeilles, on invoque souvent cette « pensée unique », sous les dénominations de « comité occulte », de « direction commune », d' « esprit de la ruche ».

C'est ce que fait en particulier Gaston Bonnier[1].

Voici, entre beaucoup d'autres, un fait troublant. On attache un bout de ficelle dans une ruche. Les abeilles « nettoyeuses » se précipitent; elles mordillent avec acharnement le bout fixe de la ficelle, et, après un certain temps, réussissent à la détacher. La ficelle tombe au fond de la ruche : cinq ou six nettoyeuses la tirent, la font passer par la porte jusque sur le plateau de la ruche ; elles se placent alors à peu près à égale distance les unes des autres, prennent la ficelle dans leurs mandibules, et s'envolent la tenant ainsi ; à quelques mètres, elles la lâchent.

1. G. Bonnier. Le Raisonnement collectif des abeilles, *Revue scientifique*, 28 mars 1908.

Bonnier voit là le résultat d'un raisonnement collectif.

D'après ce savant, les abeilles travailleraient par groupes, et les divers groupes accompliraient des besognes diverses; il y aurait *division du travail.* Le matin, toutes les ouvrières seraient des « chercheuses »; l'après-midi, de multiples groupes accompliraient chacun un chemin et un travail particuliers. Dans cette organisation du travail, Bonnier voit les décisions admirables d'un comité occulte qui dirigerait la ruche, les manifestations d'une intelligence collective.

J'ai déjà cité quelques faits parmi ceux qu'il apporte à l'appui de cette hypothèse. En voici encore un. Une après-midi, toutes les abeilles étant occupées, chacune à une besogne spéciale, Bonnier a placé dans son jardin, à un endroit où ne se trouvait aucune plante visitée par les abeilles, un bouquet de dix branches fleuries de lyciet; ces branches, étant plongées dans l'eau, produisaient dans leurs fleurs un nectar abondant. Aucune abeille ne vint sur ces fleurs ce jour-là, mais le lendemain matin, une « chercheuse » les ayant découvertes, fut bientôt suivie d'autres.

Dans le fait qu'une abeille n'abandonne pas une besogne commencée, on a vu l'obéissance sans critique à un ordre donné par un certain « pouvoir directeur », on a pu voir encore l'effet d'une « attention » appliquée à un but donné.

Il y a encore beaucoup de mystères dans tout cela. Il est à espérer que l'analyse expérimentale des faits conduira à les dissiper.

Déjà, il y a quelques années, dans les Comptes rendus de l'Académie des sciences, Netter a tenté d'expliquer les actes principaux des abeilles par la considération pure et simple des réflexes. « Pour cet auteur, dit Bonnier, les « gardiennes » qui sont à la porte de la ruche, ne se précipitent sur les guêpes, frelons ou autres ennemis que par irritabilité, à la suite de réflexes qui les précipitent machinalement contre tout ce qui remue trop violemment. Pour Netter, les ouvrières ventileuses que l'on voit en files battre régulièrement des ailes à l'entrée de leur habitation, afin de provoquer un courant d'air dans la ruche pour évaporer l'excès d'eau contenu dans le nectar, sont simplement quelques abeilles qui éprouvent le besoin de respirer et agitent mécaniquement leurs ailes sans but déterminé. » Ce serait également l'irritabilité qui serait la cause déterminante du nettoyage. M. Bonnier proteste en citant l'expérience de la ficelle rapportée plus haut. Remarquons que chez beaucoup d'animaux, même inférieurs, on observe des « contagions de mouvements »; la vue d'un mouvement habituel suffit à déclancher le mouvement ; il y aurait là comme une première ébauche de l'imitation des animaux supérieurs ; et les lois des phénomènes associatifs suffiraient à en rendre compte. Nous verrons un peu plus loin qu'il en est de même de la prétendue « attention » des insectes.

Ainsi, chez les insectes, des agglomérations, provoquées à l'origine par des causes extérieures, ont pu devenir des sociétés grâce à des attractions, olfactives en particulier, s'exerçant entre les individus de même

origine. La vie en commun peut entraîner, surtout chez les abeilles, beaucoup de « contagions de mouvements », et peut-être un psychisme collectif, qui reste encore bien mystérieux, qui le restera tant que l'analyse expérimentale des faits ne sera pas poussée plus loin.

F. — L'instinct dans la nouvelle psychologie.

Il est facile de se rendre compte que le mot « instinct » est employé dans beaucoup de sens différents. « Quand on parle d'instinct, dit Ribot, la première difficulté est de s'entendre. »

Dans la nouvelle psychologie, on peut constater trois attitudes différentes vis-à-vis du mot et de la notion d'instinct. Les uns, trouvant que l'instinct ne correspond à rien de précis, voudraient supprimer le mot. D'autres proposent de conserver le mot, mais de limiter son application à une acception précise. D'autres, enfin, laisseraient au mot une acception assez générale, mais, dans chaque cas particulier, voudraient que l'on fasse l'analyse des activités qui sont en jeu.

J'ai déjà signalé l'attitude si radicale de Waxweiler, qui entrevoit le moment où le mot instinct aura disparu de la terminologie scientifique, comme l'horreur du vide a disparu de la langue physique et la force vitale de la langue philosophique.

Personnellement, cette opinion n'est pas faite pour me déplaire. Dans mon livre, *la Naissance de l'intelligence*, je me suis montré également très sévère à

l'égard de l'instinct. En réalité, le danger est non pas de se servir d'un mot, mais de ne pas voir ce qu'il peut y avoir derrière ce mot, et de s'en servir comme d'une explication.

Claparède est un de ceux qui ont voulu donner une signification très précise au mot instinct. Il a adopté la définition suivante : « L'instinct est un acte adapté, accompli sans avoir été appris, d'une façon uniforme, par tous les individus d'une même espèce, sans connaissance du but auquel il tend, ni de la relation qu'il y a entre ce but et les moyens mis en œuvre pour l'atteindre. » Certains ont dit à peu près les mêmes choses d'une façon plus concise : « L'instinct est une *habitude héréditaire,* bien *adaptée* et *inconsciente* du but. »

Dans cette définition, les divers termes employés sont loin d'être satisfaisants.

Ceux qui ont beaucoup étudié l'activité des animaux inférieurs sont, en général, bien embarrassés de dire, si tel acte est bien *adapté* ou non ; il y a autant d'imperfections dans l'activité des animaux que dans leur organisation ; on n'est plus au temps où on louait sans réserves les harmonies de la nature.

D'autre part, nous sommes incapables de savoir ce qui est conscient ou *inconscient* chez un animal ; le problème de la conscience est en dehors des investigations scientifiques ; du moins presque tous les adeptes de la nouvelle psychologie se sont mis d'accord sur ce point.

Quant au mot *habitude,* il est tout à fait insuffisant, car nous avons vu que les habitudes se forment suivant des mécanismes divers.

Il reste le mot *héréditaire*, qui correspond à une réalité objective et vérifiable. Il nous faut rechercher la part de l'hérédité dans ce qu'on désigne le plus habituellement par le mot « instinct ».

C'est le moment de rappeler que certains auteurs anglais ont voulu expliquer l'instinct uniquement par des expériences acquises et des réflexions individuelles. Je veux surtout parler d'Alexandre Bain et d'Alfred-Russel Wallace, le célèbre émule de Darwin. Dans son livre *les Sens et l'intelligence*, Bain développe ses théories associationnistes et cherche à prouver que dans les actes instinctifs presque tout est acquis et rien n'est hérité. Wallace, comme Bain, tient les actes instinctifs pour individuellement appris ; telles sont du moins les conclusions de ses réflexions philosophiques sur les nids d'oiseaux. On prétend d'ordinaire que les oiseaux fabriquent toujours un nid comme tous les individus de leur espèce, même s'ils n'ont jamais vu de nid ; ce serait réellement de l'instinct, entendu habitude héréditaire. « Mais cette hypothèse, si importante pour la question, est toujours acceptée sans preuves et même contre la preuve, car les faits connus s'opposent à cette théorie. Les oiseaux qui sont nés en captivité ne construisent pas le nid caractéristique de leur espèce, même si on leur offre les matériaux nécessaires ; très souvent ils se bornent à les entasser en un tas informe et ne construisent pas de nid du tout. » De même « en ce qui concerne le chant des oiseaux, qu'on tenait également pour instinct, on a trouvé, en faisant des expériences, que les jeunes oiseaux n'ont jamais le chant caractéris-

tique de leur espèce quand ils ne l'ont jamais entendu, mais qu'ils imitent très facilement le chant de tout autre oiseau avec qui ils vivent. »

Il faut remarquer qu'il s'agit, dans les cas précédents, de vertébrés supérieurs, où l'instinct peut fort bien ne pas se montrer dans toute sa pureté, être compliqué de phénomènes intellectuels.

Pour Bergson, les « instincts » constituent surtout le psychisme des animaux articulés. Or, dans les pages qui précèdent, nous avons essayé d'analyser les instincts de ces animaux, et nous sommes arrivés à les considérer comme des complexes d'activités, où interviennent plusieurs sortes d'éléments : des éléments hérités et des éléments dus à l'apprentissage individuel, des éléments relativement simples (tropismes, sensibilité différentielle) et des éléments plus compliqués (associations de sensations).

Notre analyse a plus particulièrement porté sur les instincts suivants : 1° « simulation de la mort »; 2° « retour au nid »; 3° « instinct de l'insecte paralyseur »; 4° « instinct de la dissimulation »; 5° « instincts sociaux ».

Dans la *simulation de la mort*, nous n'avons guère trouvé que des phénomènes de sensibilité différentielle, régis par les lois générales des équilibres chimiques. Le plus souvent, n'importe quelle excitation du milieu extérieur peut entraîner l'état d'immobilité du corps et des appendices, qui se rétractent plus ou moins; autrement dit la spécificité de l'excitant n'intervient pas.

Le *retour au nid* des insectes, au contraire, ne peut

en général s'expliquer que par l'intervention des phénomènes associatifs. L'animal se laisse guider par une série de points de repère, par des associations sensorielles, où les sensations visuelles jouent le plus souvent un rôle important; il y a là toute une activité nouvelle, qu'on ne rencontre pas, à ce degré du moins, chez l'animal inférieur, aussi n'a-t-on jamais pu apprendre à celui-ci à se diriger dans un labyrinthe. Mais cette activité nouvelle ne fait que compléter des activités anciennes insuffisantes : tropismes et sensibilité différentielle. En sorte que l'instinct du retour au nid est quelque chose de complexe. Il y a beaucoup à tenir compte de l'apprentissage individuel. La part de l'hérédité est moins apparente : on ne peut pas parler de l'hérédité de l'instinct du « retour au nid », car celui-ci n'existerait pas sans l'apprentissage individuel ; mais il y a hérédité de certaines propriétés de la matière vivante, dont il faut tenir compte dans les tropismes, la sensibilité différentielle et les associations de sensations, qui constituent les éléments de l'instinct.

Un des besoins les plus impérieux des individus, c'est la *satisfaction de la faim*. Chez les insectes, on ne voit pas que l'apprentissage individuel joue un grand rôle dans la recherche et le choix des proies; à proprement parler, il n'y a ni « recherche », ni « choix ». Très souvent l'insecte se précipite, un peu sans discernement, sur tout corps en mouvement qui s'éloigne, saisit, déchire celui-ci, si aucune difficulté mécanique ne s'y oppose, ne s'arrêtant que quand survient certaine sensation dite « désagréable ». C'est là une

réponse de la sensibilité différentielle, une servitude du passé, que l'on observe déjà chez les jeunes, et que l'animal conserve malgré tout. Pourtant il pourrait s'en affranchir. Telle araignée qui a été trompée plusieurs fois par une proie de mauvais goût (térébenthinée) ne se précipite plus sur une proie que lorsque un certain complexe de sensations se trouve réalisé. Mais il faudra le perfectionnement de l'admirable appareil d'associations qu'est le cerveau, pour que l'animal, oiseau ou mammifère, se libère de cette impulsion, et arrive à chercher et à choisir véritablement les proies.

Dans l'*instinct de l'insecte paralyseur,* qui est l'un des plus complexes, il y a certainement à tenir compte d'activités associatives héritées, mais malgré cela il y a encore des imperfections, plus ou moins corrigées par un apprentissage individuel.

Chez beaucoup d'animaux, on observe la tendance à réaliser autour d'eux les complexes de sensations éprouvées le plus habituellement ; là serait l'origine de plusieurs instincts. Le retour au nid, l'*habillement mimétique*, les *groupements sociaux*, seraient en grande partie les résultats d'une mémoire associative, découleraient plus ou moins d'habitudes associatives.

CONCLUSIONS

J'ai été conduit à considérer les instincts comme des complexes d'activités, les unes simples, les autres complexes, les unes héritées, les autres acquises au cours de la vie individuelle, toutes bien entendu résul-

tant des diverses qualités de la matière vivante héritées plus ou moins indépendamment les unes des autres.

Dans le domaine morphologique, on s'est fait maintenant une conception analogue des organismes.

La loi de Mendel, de laquelle cette conception dérive, tend de plus en plus à dominer la biologie, et conduit à accorder une moindre importance à l'idée de sélection.

Un organisme n'est pas une construction faite dans un but donné ; il est une somme de caractères hérités plus ou moins indépendamment les uns des autres, les uns utiles, les autres inutiles ou même nuisibles ; l'organisme lui-même se trouve souvent mal adapté.

Si la sélection des caractères utiles jouait un rôle important, il n'en serait sans doute pas de même. Et voici que les biologistes qui croient encore à la toute puissance de la sélection ne sont pas d'accord. Pour beaucoup de biologistes modernes, la sélection s'exercerait entre les individus d'une même espèce, mais non pour fixer les variations utiles, mais pour supprimer toutes les variations qui constituent un écart assez considérable du type moyen. La sélection aurait, non un rôle évolutif, mais bien un rôle conservateur. Pour d'autres, il n'y aurait pas une sélection entre les divers caractères, la sélection se ferait entre les espèces déjà constituées.

Dans le domaine des mouvements, il semble que la théorie sélective des « essais et erreurs » appliquée aux activités des animaux inférieurs soit sur le point de faire faillite. Il est fort probable qu'on exagère

beaucoup l'intervention de la sélection dans la formation de ces complexes d'activités qu'on appelle les instincts.

Avant de faire intervenir la sélection, il faudrait avoir poussé l'analyse des phénomènes plus loin.

Grâce aux travaux de Holmes, de E. Bouvier, de P. Marchal, on s'est engagé dans la voie de l'analyse des instincts, et on a dépouillé ceux-ci de leur aspect merveilleux et quasi surnaturel. Il ne faut jamais oublier que les animaux articulés n'ont pas l'admirable appareil d'association connu chez les Vertébrés sous le nom de cerveau ; sans celui-ci, l' « attention », l' « imitation » l' « abstraction », le « raisonnement », l' « intelligence »... n'existeraient pas.

On a fait, il est vrai, intervenir ces diverses facultés chez les insectes.

Les abeilles, par exemple, prêteraient attention aux besognes particulières qu'elles accomplissent et ne s'en laisseraient pas distraire. Des insectes non sociaux se comporteraient de même. C'est un fait banal que chez beaucoup de crustacés et d'insectes une activité commencée tend à se poursuivre.

Voici quelques extraits d'un intéressant mémoire de Faussek. — peu connu, bien qu'assez ancien (1899), car écrit en russe. Une abeille ou une guèpe, en train de manger du miel, continue à le faire quand on lui coupe la partie postérieure du corps ; une mouche ou une abeille dont on coupe la tête n'interrompt pas l'activité commencée ; dans les mêmes conditions,

une guêpe fouisseuse continue à fouir ; une fourmi coupée en deux continue à travailler.

Faussek conclut que le système nerveux de ces animaux est très peu centralisé. Avons-nous le droit de parler d'attention ? C'est là une faculté psychique liée au développement du cerveau ; c'est en quelque sorte l'attente d'une impression à venir, c'est-à-dire plus ou autre chose que la concentration sur une impression présente. Il ne semble pas que l'attention existe chez l'abeille ; je croirais plutôt que les sensations internes qui accompagnent et entretiennent une activité donnée inhibent en quelque sorte les sensations qui pourraient être provoquées par des excitations du dehors.

Les qualités dites « attention », « abstraction », chez les insectes résulteraient d'une insuffisance de complexité des associations de sensations, alors que les qualités psychiques caractéristiques des animaux supérieurs sont la conséquence d'une extrême complexité des phénomènes associatifs qui se passent dans le cerveau.

L'homme ne saurait guère nous être utile pour comprendre l'insecte.

TROISIÈME PARTIE

ANALYSE DE L'ACTIVITÉ PSYCHIQUE DES VERTÉBRÉS

Chez les vertébrés, l'activité psychique acquiert, grâce au cerveau, une complexité très grande. Il devient inutile dès lors de parler des tropismes et des formes élémentaires de la sensibilité différentielle, car on ne peut plus isoler ces éléments de l'activité totale. La mémoire a pris un développement considérable, et par suite le chimisme a perdu sa simplicité primitive : chaque souvenir, chaque idée peut provoquer chez l'animal de nouvelles formes d'irritabilité.

S'il est difficile de rechercher dans l'activité des vertébrés toutes les persistances du passé, on peut du moins s'efforcer de mettre en évidence les acquisitions nouvelles.

Pour cela on s'est servi à la fois des méthodes anatomiques et des méthodes physiologiques.

I

MÉTHODES ANATOMIQUES

De tout temps, on a cherché dans l'examen du cerveau les secrets de la formation des idées. Démocrite, Anaxagoras disséquaient déjà cet organe, il y a près de 3000 ans. Vicq d'Azyr et bien d'autres contemporains de Cuvier l'ont disséqué également dans le même but. Hélas, l'étude anatomique, même minutieuse, du cerveau a été souvent la cause de grandes déceptions pour les psychologues. Beaucoup de ceux-ci ont fini par conclure que les figures de cerveaux ne sauraient être considérées que comme de simples illustrations, et que l'anatomie n'a rien à offrir à la psychologie.

Cela a été l'opinion de Gœthe. C'est aussi celle de J. Loeb, qu'il me paraît intéressant de citer ici : « La lecture des ouvrages que les métaphysiciens ont consacrés à la volonté m'a suggéré, dit-il [1], l'idée de tenter une analyse expérimentale de cette faculté. J'étais encore étudiant quand sont tombés entre mes mains les travaux de Munk sur l'écorce cérébrale ; je croyais avoir trouvé là le point de départ pour les recherches que je me proposais. Munk prétendait avoir démontré que, chez le chien, chaque souvenir est localisé dans

1. J. Loeb. Rapport au Congrès de Genève, 1909.

une certaine cellule ou dans un groupe de cellules, et qu'il est possible d'éliminer expérimentalement tel ou tel souvenir. Les expériences que j'ai poursuivies pendant cinq ans, en faisant des extirpations de l'écorce cérébrale, m'ont prouvé d'une manière certaine que Munk a été victime d'une erreur, et que la méthode des lésions cérébrales ne peut conduire qu'à des résultats anatomiques nous faisant connaître les connexions entre les nerfs dans le système nerveux central ; au point de vue de la dynamique des phénomènes cérébraux, elle ne fournit presque rien. »

Remarquons que, dans *Matière et mémoire*, Bergson est arrivé à des considérations analogues.

C'est ici le moment de parler des vicissitudes subies par la théorie des localisations cérébrales et racontées récemment par François Moutier, de l'école du Dr Pierre Marie, dans un travail important sur l'aphasie de Broca [1].

En 1862, Broca hésitait encore devant les faits ; il se laissa entraîner par un courant d'opinions dirigé par Bouillaud et la foule de ses disciples. A cette époque, la lutte commençait à devenir ardente entre le spiritualisme et le matérialisme ; sous ce dernier nom on s'efforçait de flétrir la libre pensée. « Pour les purs spiritualistes, il semblait qu'il y eût quelque chose d'attentatoire à la dignité de l'âme humaine dans la doctrine qui prétendait rechercher et circonscrire dans certains points fixes du cerveau telle ou telle fonction psychique, telle ou telle faculté. Aussi

1. François Moutier. L'*Aphasie de Broca*. Paris. 1908.

peut-on facilement imaginer avec quelle animation étaient défendues, par tous les novateurs, les doctrines localisatrices qui, si elles triomphaient, devaient, à leur avis, saper dans ses fondements l'antique philosophie. »

Cette fois encore, les passions humaines devaient égarer les savants, et bientôt le dogme des localisations fut créé.

En 1874, Wernicke montra que les choses ne sont pas aussi simples que le pensait Broca. Petit à petit la notion des champs d'association a pris une grande importance. Il y aurait dans le cerveau, comme le dit M. Matisse dans un livre récent, de « petites usines où s'élaborent les diverses sensations et les incitations aux mouvements volontaires », mais les sensations sont les matériaux bruts amenés dans l'usine de l'esprit; ils ne sont pas toute la pensée ; autour des aires proprement dites de perception, il y a des territoires plus ou moins étendus où se brassent, se combinent, s'associent des sensations spéciales.

Pierre Marie et ses élèves ont diminué encore l'importance des localisations cérébrales. Pour ces auteurs, l'aphasie de Broca est l'addition de deux troubles bien distincts : l'anarthrie et l'aphasie de Wernicke ; l'anarthrie est l'impossibilité ou la difficulté d'articuler les mots ; l'aphasie de Wernicke se caractérise par un *trouble de l'intelligence générale* et par un déficit intellectuel spécialisé du langage.

La pensée, l'intelligence résulteraient de l'activité du cerveau tout entier.

Mais revenons à la psychologie animale.

Edinger[1] a cherché à montrer que certaines données anatomiques, tirées de l'étude de l'encéphale des vertébrés, pouvaient être utiles pour l'étude des facultés psychiques de ces animaux.

Ainsi le développement des *lobes olfactifs* peut nous renseigner sur celui du sens de l'olfaction. Les caméléons, qui cherchent leurs proies avec les yeux, ont des lobes olfactifs minimes, alors que ces lobes sont énormes chez des formes voisines de lézards. Chez les oiseaux, les lobes olfactifs, quoique réduits, atteignent un développement suffisant pour qu'il y ait olfaction ; il y a eu bien des discussions cependant à cet égard, l'anatomie permet, selon Edinger, de résoudre la question, et vient confirmer les observations suivantes : des aigles et faucons sont attirés par du gibier qui reste caché ; des corbeaux trouvent une charogne enfouie ou couverte de neige ; en Lithuanie, par un froid de — 24 degrés, Rothe a observé des aigles qui découvraient des proies recouvertes de neige ; maints oiseaux piquent la terre et en retirent des vers situés à quelques centimètres de profondeur ; sous l'eau les canards font de même.

Chez les oiseaux, Edinger a constaté la présence d'un centre spécial : le *lobe parolfactif*, où naît le nerf trijumeau ; on le retrouve chez les caméléons, qui ont une langue protractile; pour Edinger, cela indique chez ces animaux le développement d'un sens particulier : le sens oral; ce sens, nul chez l'homme, peu développé chez les singes et les ruminants, aurait

1. Edinger. *Uber Tierpsychologie*, Rapport au Congrès de Francfort, 1908.

aussi une certaine importance chez le hérisson, le porc et l'éléphant.

Les variations du *cervelet* sont intéressantes à considérer : cet organe disparaît complètement chez les formes sédentaires, il reste peu développé chez les faibles nageurs (anguilles, flets), au contraire de ce qui a lieu chez les bons nageurs et voiliers.

L'encéphale des vertébrés supérieurs est formé par l'addition à l'encéphale des vertébrés inférieurs (paléencéphale) de parties complètement nouvelles (néencéphale). Les considérations les plus originales de Edinger sont celles relatives aux perfectionnements de l'activité liés à l'apparition et à la différenciation des parties nouvelles de l'encéphale.

Un exemple de perfectionnement des plus frappants est le suivant ; il est relatif à la manière de saisir les proies. Les vertébrés inférieurs, poissons et batraciens, se comportent comme les invertébrés : ils se précipitent sur les proies en mouvement et, une fois que celles-ci ont disparu, ils ne les recherchent pas. La grenouille n'attrape que le ver qui rampe, que la mouche qui remue, qui se nettoie par exemple ; on pose un ver sur son museau, elle ne réagit pas ; le ver se met-il à ramper devant les yeux du batracien : bientôt il se produit une rotation de la tête, amenant celle-ci dans la direction de la proie ; si le ver continue à ramper, les muscles du tronc entrent en action, et la tête s'abaisse ; la reptation continuant encore, la grenouille se précipite enfin sur le ver ; si la proie est manquée, le batracien ne la cherche pas ; mais la voit-il de nouveau ramper, la série des réflexes

recommence ; si le ver s'arrête, cette série s'interrompt à n'importe quel moment. Beaucoup de reptiles semblent se comporter de même ; cependant le serpent qui a été excité par une souris qui court, par une grenouille qui saute, *poursuit* sa trace pendant un certain temps, et sait trouver parmi plusieurs trous celui où la proie s'est cachée. Une tortue apprend à venir chercher la nourriture quand on frappe sur un morceau de bois. Ces premiers perfectionnements tiendraient à ce que le néencéphale commence à prendre une certaine importance chez les reptiles. Celui-ci est très développé chez les oiseaux ; aussi, dit Edinger, les « instincts » qui président à la recherche de la nourriture deviennent d'une grande richesse. Ces animaux, qui voient avec tant de puissance et reconnaissent, qui se comportent comme s'ils avaient des images-souvenirs, qui savent éviter des pièges deux ans après les avoir rencontrés, qui savent distinguer les chasseurs des bûcherons, qui apprennent à venir à un appel..., disposent de nombreux moyens pour trouver leur nourriture. Les observations si parfaites de Wurm et Greppin sont convaincantes à cet égard ; mais, comme l'a montré Schrader sur le faucon, il suffit d'enlever l'écorce cérébrale, pour que l'oiseau se comporte comme le batracien, « paléencéphaliquement » : l'oiseau ainsi opéré se précipite seulement sur les souris qui courent ; il ne sait pas trouver une souris qui est cachée sous son aile.

On voit, d'après ce qui précède, qu'il y a des relations très nettes entre les perfectionnements anatomiques et les perfectionnements psychologiques, et

qu'il est possible de tirer certaines conclusions de l'étude anatomique.

Mais on ne doit pas oublier que les poissons, qui n'ont pas encore de néencéphale, sont capables d'apprendre. Pour Edinger, ils apprennent à associer une nouvelle impression sensorielle à une combinaison motrice ; il y a, chez eux, « formation de relations », tandis que chez les animaux qui ont un néencéphale, il y aurait des « liaisons d'associations ». Nous avons déjà vu qu'il y a bien des manières différentes d'apprendre.

II

MÉTHODES EXPÉRIMENTALES, ANALYTIQUES ET SYNTHÉTIQUES

Récemment, Claparède a essayé de classer les diverses méthodes employées en psychologie animale[1], et plus particulièrement celles qu'on a appliquées aux animaux supérieurs.

Autrefois l'observation a rendu de grands services, maintenant on ne se sert plus guère que de l'expérience ; on emploie celle-ci pour reconnaître, non seulement ce que l'animal fait, mais encore ce qu'il est capable de faire.

Claparède examine longuement les méthodes analytiques et synthétiques, qui servent à l'étude des sensations ; les réactions peuvent être des réactions directes, des réactions de choix (préférences), des réactions indirectes, et, dans chacun de ces cas, ou bien des réactions naturelles, natives, réflexes, ou bien des réactions acquises par dressage.

Il nous semble que cette classification est quelque peu artificielle. Les réactions naturelles d'un animal ne sont pas toutes natives ; beaucoup d'acquisitions

1. Ed. Claparède. *Ueber Tierpsychologie*, Rapport au Congrès de Francfort. 1908.

se font au cours de la vie individuelle, et ces acquisitions ne diffèrent pas essentiellement des acquisitions expérimentales. De plus, beaucoup de dispositifs expérimentaux permettent de faire à la fois de l'analyse et de la synthèse. Enfin, Claparède est peut-être trop préoccupé par les idées finalistes, et ne s'occupe guère des mécanismes qui sont en jeu dans les divers actes étudiés.

Pour beaucoup de psychologues, et Claparède est du nombre, les sensations d'un animal peuvent se classer hiérarchiquement d'après le plus ou moins grand intérêt, la plus ou moins grande « valeur » qu'elles ont pour cet animal ; mais une sensation qui primitivement a peu de valeur peut en acquérir une plus grande quand elle entre dans certaines associations. Les psychologues qui appliquent les considérations de l'énergétique à l'étude des activités animales voudraient au contraire ne pas faire intervenir les « valeurs » des sensations. Nous verrons dans le chapitre suivant que récemment le professeur Dumas a critiqué, du point de vue énergétique, les conclusions des expériences de l'école de Pavlov.

On a beaucoup discuté, je l'ai déjà dit, pour savoir si les vertébrés inférieurs entendaient. On fait du bruit dans le voisinage d'une masse d'eau où se trouve un poisson, et on regarde si l'animal réagit; si le résultat était positif, si le poisson remuait, tremblait ou s'enfuyait *toutes les fois*, cela indiquerait indiscutablement que l'excitation a été perçue ; mais le résultat est négatif, et ceci ne prouve rien du tout ; l'animal peut fort bien entendre et se comporter comme s'il n'en-

tendait pas. Bien des humains restent impassibles quand ils entendent le son d'une cloche ; de même beaucoup d'animaux peuvent entendre sans réagir. Un lézard, qui « entend » les légers mouvements d'un insecte dans l'herbe et saute dessus, dit Edinger, reste complètement tranquille quand on frappe sur une pierre au-dessus de sa tête, ou quand on crie, ou quand on chante ; dans ces conditions, jamais cet animal, qui paraît si craintif, qu'une ombre même effraie, ne s'enfuit. De même une grenouille ne s'enfuit pas quand se fait entendre le son des cloches ; mais, si on imite le coassement comme l'a fait Böttcher, elle vient à l'appel. Il est certain que l'oreille d'un lézard, ou d'une grenouille, ou d'un poisson, est impressionnée par les sons ; Yerkes, Pieper, ont reconnu, au moyen de dispositifs expérimentaux fort ingénieux, que le nerf acoustique est affecté ; mais l'animal ne réagirait que pour certains sons, les sons les plus habituels dans sa vie, c'est-à-dire ceux qui provoquent des sensations qui ont pu s'associer, dans le système nerveux, à des sensations d'un autre ordre, utiles à l'organisme.

Les excitations acoustiques, fait remarquer Edinger, semblent n'agir qu'*associativement*, différentes en cela des excitations optiques ; cela tiendrait à ce que le sens acoustique est l'un des derniers venus ; les réactions vis-à-vis de beaucoup de sons n'auraient d'ailleurs aucune utilité ; pourquoi voudrait-on qu'un poisson s'enfuît quand il entend le son d'une cloche ou d'un diapason ?

Certains auteurs s'efforcent de substituer des expli-

cations physico-chimiques à ces explications un peu empreintes de finalité. Une sensation correspondrait à une accélération des réactions chimiques de certaines cellules nerveuses centrales; pour qu'elle soit suivie d'un mouvement, il faut que l'accélération atteigne une certaine valeur; or, pour la sensation acoustique l'accélération serait trop faible, sauf dans le cas où les cellules des centres considérées auraient été au préalable sensibilisées par le mécanisme invoqué pour la mémoire. Mais, comme il est encore un peu prématuré de donner de telles explications, revenons aux méthodes.

Je vais examiner les divers dispositifs expérimentaux qui, dans ces dix dernières années, ont donné les meilleurs résultats, tant pour analyser le rôle des diverses sensations que pour arriver à dresser l'animal à accomplir certains actes, à savoir : 1° ceux imaginés par Pavlov et ses élèves ; 2° les labyrinthes ; 3° les boîtes à mécanismes ; 4° l'imitation ; 5° le dressage proprement dit. Dans ces divers cas interviennent des associations de sensations, et parfois des associations plus complexes. Dans la méthode de Pavlov, on apprend à l'animal à saliver vis-à-vis de certains excitants associés : dans les autres méthodes, il s'agit au contraire d'un apprentissage des mouvements. Je commencerai par la méthode de Pavlov, où il semble qu'il n'y ait pas lieu de faire intervenir la « volonté », et où la réponse s'obtient « avec la sûreté et la régularité qui caractérisent un phénomène réflexe ».

III

MÉTHODE DE PAVLOV

En 1904, dans un discours prononcé au Congrès de médecine de Madrid, le célèbre physiologiste russe Pavlov a indiqué une méthode, — celle de la « salivation psychique », — qui permet d'étudier, d'une façon objective et dans des conditions normales, des fonctions nerveuses complexes de l'écorce cérébrale. Depuis, un grand nombre de travaux ont été publiés à Saint-Pétersbourg pas les élèves de Pavlov, et en particulier par Zéliony et Orbéli[2]. Le mémoire d'Orbéli, écrit en français, est particulièrement intéressant, car il donne un exposé historique et critique de la question en général. Il en ressort, d'une façon très nette, que des lois président aux manifestations si complexes du cerveau. Il est étrange que, dans les plus récents ouvrages sur l'évolution de la mémoire, il ne

1. Ce chapitre est un article paru dans la *Revue des Idées* du 15 juin 1910.

2. Zéliony. Materialy k voprosou o reaktzii sobaki na zvoukovyia razdrajenia, *Thèse de doctorat*, Saint-Pétersbourg, 1907. — Novyj ouslovnyj reflexe, Kharkov, 1908. — Espèce particulière de réflexes conditionnels, *Archives des sciences biologiques*, 1909.

Orbéli. Réflexes conditionnels du côté de l'œil chez le chien, *Archives des sciences biologiques*, 1909. (Donne la bibliographie de la question.)

soit pas tenu compte des travaux de l'école russe, pourtant d'une importance capitale en la matière. Ces travaux ont une telle valeur pour la psychologie des animaux supérieurs que j'ai tenu à les faire connaître des physiologistes et psychologues français. En 1908 et 1909, je leur ai consacré plusieurs leçons de mon cours libre de la Sorbonne.

Voyons tout d'abord en quoi consiste la « salivation psychique ». On peut faire saliver un chien de trois façons différentes. Le moyen le plus simple, infaillible, est de déposer sur la langue de l'animal l'aliment. Mais c'est un fait connu depuis longtemps que les excitants spécifiques des glandes salivaires provoquent la sécrétion de la salive, non seulement en agissant *directement* sur la muqueuse buccale, mais encore *à distance :* la seule vue d'un morceau de viande peut faire saliver un chien ; quand nous apercevons certains mets, « l'eau nous vient à la bouche » ; on dit alors qu'il y a « sécrétion psychique ». On peut s'arranger pour que la vue de l'aliment ne soit même plus nécessaire ; si, par exemple, on fait entendre un coup de sifflet toutes les fois que l'on donne à manger à un chien, au bout d'un certain temps, il suffit du coup de sifflet pour faire saliver le chien ; l'excitant acoustique agit parce qu'il s'est trouvé associé un certain nombre de fois avec l'excitation gustative.

Pour Pavlov, que l'excitant agisse directement sur la langue ou qu'il agisse à distance, même par la voie des associations de sensations, « physiologiquement parlant, la sécrétion salivaire doit être toujours prise pour un *réflexe* », puisqu'il s'agit toujours d' « une

réaction de la glande salivaire à une excitation extérieure, réaction effectuée par l'intermédiaire du système nerveux » (Orbéli). Toutefois, il y a des différences : le réflexe qui a pour point de départ la muqueuse buccale se produit toujours, *dans n'importe quelles conditions :* c'est un réflexe « inconditionnel » ; au contraire, le réflexe « conditionnel », qui a pour point de départ d'autres surfaces réceptrices, est *très inconstant*. Ce dernier phénomène résulterait, en effet, de combinaisons de sensations dans l'écorce des hémisphères cérébraux, combinaisons qui se font et se défont (en apparence du moins) incessamment au cours de la vie de l'être, et qu'on peut provoquer artificiellement, en associant de diverses façons les excitants sensoriels. Le réflexe conditionnel intéresse donc au plus haut point le psychologue qui cherche à étudier objectivement les phénomènes cérébraux.

*
* *

Les élèves de Pavlov ont montré, dit Orbéli, que « n'importe quel phénomène du monde extérieur, par lui-même indifférent, peut être transformé artificiellement en excitant de la glande salivaire, pourvu qu'on le fasse coïncider avec un réflexe inconditionnel de cette glande ». Les recherches de Boldyrev, de Kachérininova, de Voskoboïnikova-Granstrœm, de Vourtsel, sont probantes à cet égard. Boldyrev[1] a réussi à rendre

1. V. N. Boldyrev. Formation des réflexes conditionnels artificiels et leurs propriétés (en russe), *C. R. Société des médecins russes de Saint-Pétersbourg*, 1905 et 1906.

sialogènes le son, l'odeur, la lumière et le refroidissement cutané local ; Kachérininova [1], le grattage d'une zone cutanée déterminé à l'aide d'un pinceau ; Voskoboïnikova [2], l'action locale de la chaleur ; Vourtsel [3], l'excitation optique provoquée par un objet en mouvement.

Avant ces auteurs, on connaissait déjà des réflexes conditionnels, naturels et artificiels. En 1898, Voulfson [4], en 1902, Tolotchinov, et en 1904, Babkine [5], avaient déjà décrit quelques-uns de leurs caractères, parlé de l' « inconstance extrême », de l' « extinction », de la « reviviscence », de l' « inhibition ».

1° *Extinction.* — C'est un fait très général que la répétition d'une certaine réaction aboutit à l'extinction de celle-ci, et cela que le mécanisme de la réaction soit simple ou complexe.

A cet égard, les animaux inférieurs fournissent des exemples d'autant plus frappants que les réactions sont plus simples. Ainsi, sous l'influence d'une diminution d'éclairement, un ver tubicole rentre dans son tube ; au bout d'un certain nombre d'obscurcissements, la réaction cesse de se produire.

1. N. A. Kachérininova. Nouveau réflexe conditionnel artificiel de la glande salivaire ; de l'irritation mécanique en tant qu'excitant de la glande salivaire (en russe), *C. R. Société des médecins russes de Saint-Pétersbourg*, 1906.

2. E.-E. Voskoboïnikova-Granstroem. Un nouvel excitant conditionnel des glandes salivaires (50° C) (en russe). *Ibid.*, 1906.

3. E.-E. Vourtsel. Recherches inédites.

4. S.-G. Voulfson. Fonctionnement des glandes salivaires (en russe), *Thèse de Saint-Pétersbourg*, 1898.

5. B.-P. Babkine. Essai d'une étude systématique des phénomènes nerveux complexes chez le chien (en russe), *Thèse*, 1904.

Les observations des élèves de Pavlov offrent le grand intérêt de montrer, d'une façon précise, qu'il y a une semblable extinction des phénomènes psychiques complexes qui ont leur siège dans l'écorce cérébrale des animaux supérieurs. Supposons qu'un chien ait appris à saliver à la vue d'un certain phénomène du milieu extérieur ; si la mise en scène des expériences successives ne varie pas, on observera l'extinction progressive du réflexe conditionnel. Babkine, en particulier, a beaucoup insisté sur ce fait, qui aurait une très grande importance. L'extinction d'une réaction faciliterait la genèse de nouvelles réactions ; mais souvent l'extinction peut être suivie de reviviscence.

Si, chez les animaux, la répétition de l'excitation entraîne l'extinction de la réaction correspondante, chez l'homme, la répétition de l'excitation conduit à la suppression de la sensation produite. « Nous ne connaissons bien, dit Ebbinghaus, que ce qui est en train de se faire et varie, et non ce qui est en état et constant. Ainsi le fond de l'œil est une sorte de plaque photographique très sensible ; mais il n'est pas fait pour prendre des poses de longue durée. Si l'on voulait lui faire fixer des heures durant les mêmes objets, comme on fait pour photographier des étoiles de 12e et 14e grandeur, il ne verrait plus rien, ou plutôt ne distinguerait plus rien. De même si des contacts, des positions des membres, des températures, pourvu qu'elles ne soient pas extrêmes, des odeurs, des bruits, se répètent ou se prolongent, nous cessons tout à fait de les percevoir. Par contre, ce qui apporte un chan-

gement, ce qui est neuf, parvient presque toujours avec une intensité particulière à notre conscience. »

Ebbinghaus, qui, dans son *Précis de psychologie*, récemment traduit en français[1], insiste sur ces faits d'extinction de sensations, parle d' « adaptation » et fait appel aux explications finalistes. « C'est là, dit-il, évidemment, une organisation fort utile à l'organisme et à l'âme dans la lutte. Car ce qui dans la lutte est dangereux, ce sont les surprises. »

Je tiens à protester contre cette interprétation, d'autant plus que le célèbre professeur de l'université de Halle est considéré comme l'un de ceux qui ont porté la psychologie sur le terrain scientifique.

Dans un récent mémoire[2], j'ai montré que cette prétendue adaptation conduit souvent les animaux à la mort. Je concluais qu'on est en général beaucoup trop préoccupé de la « valeur adaptative » des réactions ; on perd ainsi beaucoup de temps, on arrive le plus souvent à des résultats illusoires. Il serait beaucoup plus sage de chercher à pénétrer dans le mécanisme des actes. Pendant longtemps encore nous aurons beaucoup de peine à nous dégager des idées qui ont été imposées à l'esprit des biologistes de la génération d'hier par le triomphe de la théorie de la sélection naturelle. Les explications tirées de cette théorie sont d'un emploi commode ; ce n'est pas une raison pour s'en servir. Les biologistes feront toujours une meil-

1. Bibliothèque de philosophie contemporaine, 1910.

2. G. Bohn. Les variations de la sensibilité périphérique chez les animaux, *Bulletin scientifique de la France et de la Belgique*, 1909.

leure besogne en cherchant des explications dans la chimie physique.

Du point de vue de cette science, les faits d'extinction cités pourraient s'expliquer. Quand une réaction quelconque de l'organisme se produit, il y a dépense de certaines substances actives de l'organisme ; quand cette réaction se répète un certain nombre de fois de suite, les substances s'épuisent peu à peu et l'appauvrissement finalement devient tel que la réaction se produit difficilement ou pas du tout.

Il ne s'agirait d'ailleurs pas là d'une explication exclusive ; en particulier dans le cas des phénomènes qui siègent dans l'écorce cérébrale, il est très probable que les phénomènes de diffusion plus ou moins grande des excitations doivent intervenir. C'est là un point que je cherche à élucider.

Une troisième hypothèse, inadmissible d'ailleurs, est celle d'après laquelle l'extinction serait due à une « perte de la mémoire », à l' « oubli ». Les traces laissées par les excitations antérieures dans le cerveau ne s'effacent pas, loin de là, comme le prouvent les phénomènes de reviviscence.

2° *Reviviscence.* — Par voie d'extinction progressive, la réaction vis-à-vis d'un complexe d'excitants peut ne se produire que très tardivement, « après une longue période latente », ou même plus du tout. Dans l'un et l'autre cas, il est possible de la faire réapparaître. Eliasson l'avait reconnu en 1907. Zavadsky [1]

1. I.-V. Zavadsky. Matériaux pour contribuer à l'étude de l'enraiement et du désenraiement des réflexes conditionnels (en russe), *Thèse de Saint-Pétersbourg*, 1908.

précisa en 1908 ; d'après cet auteur, on diminue la longueur de la période latente, en ajoutant n'importe quelle excitation accessoire *faible*, *indifférente* par elle-même. D'autre part, Babkine a montré que, au cours de l'extinction progressive de la réaction, il suffit qu'il survienne un changement quelconque dans la mise en scène de l'expérience pour que la réaction éprouve un accroissement d'intensité.

Ainsi des excitations accessoires indifférentes, pourvu qu'elles soient faibles, vivifient, ravivent en quelque sorte la réaction qui est en train de s'éteindre.

3° *Inhibition.* — Avec des excitations accessoires fortes, on obtient l'effet contraire : l'inhibition complète (momentanée d'ailleurs) de la réaction. Ici, comme ailleurs, c'est une question de dose.

L'addition de tel ou tel excitant suffisamment intense à l'ensemble des excitants qui d'habitude interviennent dans la réaction exerce sur celle-ci une influence fortement entravante, l'atténue ou même la fait disparaître complètement. D'ailleurs cette action inhibitrice va en disparaissant graduellement au fur et à mesure de la répétition ultérieure de la nouvelle combinaison des excitations, de sorte que le phénomène accessoire, du moment qu'il est devenu habituel pour l'individu donné, n'entrave plus la réaction.

Si une excitation forte est inhibitrice, une excitation suffisamment complexe, différente de l'excitation habituelle, peut l'être aussi. Ainsi Vassiliev[1], en 1906,

1. P.-N. Vassiliev. Influence exercée par un excitant accidentel sur les réflexes conditionnels déjà formés (en russe), *C. R. Société des médecins de Saint-Pétersbourg*, 1906.

et Michtovte[1], en 1907, ont montré que n'importe quel phénomène du monde extérieur, indifférent en lui-même, peut devenir un agent inhibiteur d'une réaction déjà existante. Supposons que le phénomène A détermine une certaine réaction de l'organisme. Combinons-le, au bout d'un certain temps, avec un nouveau phénomène B, complexe et assez différent ; B pourra devenir un agent d'entravement pour la réaction. Par exemple, le phénomène A à lui seul provoquera la sécrétion salivaire, tandis que, combiné avec le phénomène B, il ne donnera plus lieu à l'écoulement de la salive ; en d'autres termes, B entravera A.

On dit au laboratoire de Pavlov qu'il y a là « élaboration d'un frein conditionnel ».

En réalité, il y aurait deux sortes de freins : les uns agiraient par leur intensité, les autres par leur complexité. Bien entendu, dans l'un et l'autre cas, l'action se fait d'autant plus facilement sentir que la réaction est plus près de s'éteindre.

Ici encore, pour expliquer l'action de ces freins, on a fait intervenir les considérations finalistes. Les divers phénomènes du milieu extérieur serviraient de signaux pour l'organisme : tel phénomène serait le signal pour lui d'accomplir telle action ; tel autre phénomène viendrait le prévenir de l'inefficacité du premier phénomène, arrêter la réaction et éviter ainsi à l'organisme une dépense inutile de travail. En réalité,

1. G.-V. Michtovte. Enraiement élaboré de réflexes conditionnels artificiels de la glande salivaire (en russe), *Thèse de Saint-Pétersbourg*, 1907.

les phénomènes observés sont régis par des lois, les lois de l'inhibition, où n'intervient pas le caractère utilitaire des réactions. Je reviendrai plus loin sur ce point.

De ce qui précède, il ressort que les réflexes conditionnels sont le résultat de mécanismes très subtils, très délicats, et que la tendance de l'organisme à former un nombre illimité de nouvelles réactions se trouve réprimée constamment. Déjà il apparaît que des activités psychiques supérieures peuvent être ramenées à des lois strictement déterminées.

« La physiologie du système nerveux, dit Orbéli, prend actuellement en considération deux états fondamentaux du tissu nerveux, à savoir : l'excitation et l'inhibition ; ces deux états suffisent amplement pour interpréter toute la complexité des phénomènes susdécrits. » A ce point de vue, les faits découverts par Zavadsky sont particulièrement intéressants. Une analyse soignée des variations des réflexes conditionnels montre finalement : « l'inertie du tissu nerveux, la *mécanicité* absolue de toute son activité, l'importance extrême de l'intensité relative des excitations qui agissent sur l'organisme. » Telle est la conclusion du mémoire d'Orbéli. Or, les réflexes conditionnels seraient fonction de l'écorce des hémisphères cérébraux d'après les travaux de Tikhomirov (1906), Makovsky (1908), Orbéli, Toropov et Demidov (1909) : ces auteurs ont réussi en supprimant diverses régions de l'écorce cérébrale à rendre impossible la formation des réflexes conditionnels.

Les conclusions mécanistes d'Orbéli, comme nous

le verrons, semblent contraster avec les considérations finalistes de Pavlov. Mais avant d'aborder la discussion à ce sujet, il nous faut savoir si l' « excitation », la « réviviscence », l' « inhibition » portent également sur les divers éléments rassemblés par le mécanisme de la mémoire associative. J'en arrive à l'examen des expériences propres de Zéliony et d'Orbéli.

Zéliony[1] pratique chez ses chiens une fistule de la glande parotide (canal de Sténon) ; les gouttes de salive qui s'en échappent tombent sur la palette d'un levier, aussi peuvent-elles être enregistrées ; de plus elles tombent finalement dans une éprouvette graduée, ce qui permet de mesurer très exactement la quantité de salive sécrétée dans un temps donné. Zéliony cherche à associer l'excitation gustative, provoquée par exemple par de la poudre de viande placée sur la langue, avec des excitations acoustiques diverses (harmonium, trompette, sifflet, métronome...). Il y réussit souvent au bout de 20 à 40 expériences, et, une fois créé, le réflexe formé peut se conserver deux mois environ.

Ce qu'il y a de très remarquable, c'est qu'en modifiant très légèrement la hauteur ou le timbre du son dont on s'est servi pour créer le réflexe, celui-ci cesse de se produire ou est troublé considérablement. Vient-on, par exemple, à diminuer d'un quart de ton la hau-

1. Zéliony. *Loc. cit.*

teur du son pour lequel le réflexe a été créé, plus une seule goutte de salive ne s'écoule. Si on s'était servi d'un accord déterminé, il n'est pas possible d'y remplacer, ajouter ou supprimer un son.

Zéliony a créé des réponses, non seulement à l'excitation sonore, mais encore à la cessation de celle-ci. L'application de l'excitant gustatif avait lieu au moment précis où le son, le bruit, cessait de se faire entendre. Par exemple, Zéliony faisait battre un métronome pendant 5 à 20 minutes, et, dès que celui-ci s'arrêtait, il introduisait dans la bouche de l'animal une solution faible d'acide chlorhydrique qui, naturellement, provoquait la salivation ; après une vingtaine d'expériences, il suffisait d'arrêter le métronome pour que la salive s'écoule abondamment, en l'absence d'acide. Au contraire, la mise en marche de cet instrument ne provoquait jamais la salivation. Un ralentissement soudain du rythme pouvait produire le même effet.

Je n'insiste pas, parce que le travail de Zéliony est celui qui a été le plus vulgarisé en France.

Voyons maintenant les expériences d'Orbéli[1].

Un objet quelconque peut exciter l'œil, et, par suite, le cerveau : 1° par l'intensité de son éclairement ; 2° par son mouvement ; 3° par sa forme ; 4° par sa couleur. L'intérêt des expériences d'Orbéli est d'avoir réussi à isoler ces divers facteurs.

1° *Variations de l'intensité lumineuse.* — Les réflexes

1. Orbéli. *Loc. cit.*

conditionnels se forment très facilement au moyen d'oscillations de l'intensité lumineuse. On peut changer l'éclairement général, faire apparaître des figures éclairées sur un fond sombre, ou des figures sombres sur un fond clair. Des excitations faibles peuvent entraîner un effet si notable que des excitations plus fortes ne l'exaltent plus ; toutefois, il n'en est plus de même au moment de l'extinction. Il y a lieu de tenir compte de l'étendue des surfaces éclairées. A une excitation interrompue correspond un effet plus notable qu'à une excitation continue. D'une façon générale, les diverses lois de l'excitation lumineuse trouvées sur les organismes inférieurs s'appliquent ici, alors qu'il s'agit de manifestations de l'écorce cérébrale.

2° *Mouvements.* — Au sujet de l'influence du mouvement des objets, voici une expérience de Toropov. On place sur un disque rotateur, en les croisant, deux plumes noires d'oiseau; au moment où l'on déclanche le mouvement d'horlogerie, on administre l'acide au chien, le faisant ainsi saliver. Au bout d'un certain temps, la vue du disque tournant suffit pour provoquer la salivation. Le réflexe serait même plus facile à créer que dans le cas des variations d'éclairement.

3° *Formes.* — En ce qui concerne l'intervention de la forme des objets, je rapporterai les expériences d'Orbéli faites avec les deux chiens : Banzaï et Saturne.

Chez Banzaï, on avait formé un réflexe à l'apparition de la lettre **T** sur le fond éclairé de l'écran; la lettre entrait en scène en se mouvant. Les expériences

ont consisté à modifier la forme de la figure noire s'avançant sur l'écran ; on a essayé de substituer à la lettre noire **T** un carré noir, un cercle noir, un cadre carré noir, un anneau noir, etc. La durée des expériences ayant été de plusieurs mois, il a été possible de distinguer plusieurs phases successives : 1° au début (26 août 1906), il n'y avait aucune différence d'action entre la figure habituelle (T) et la figure insolite ; 2° plus tard (décembre 1906-janvier 1907), la figure insolite produisait déjà un effet sécrétoire notablement moins prononcé que la figure habituelle ; la marche normale du phénomène était cependant la même, c'est-à-dire que la sécrétion totale était égale à deux fois et demie la sécrétion de la première demi-minute ; 3° enfin, en février 1907, la figure insolite non seulement n'a plus eu d'effet sécrétoire, mais encore a exercé une action inhibitrice sur la sécrétion.

Ces faits sont du plus haut intérêt, car ils nous montrent que les impressions cérébrales des formes et des objets mettent longtemps à entrer dans les combinaisons associatives. Lorsqu'on commence à éduquer un chien, l'influence de la forme des objets est tout d'abord au dernier plan, mais elle augmente ensuite graduellement, et elle finit par acquérir une force considérable.

Mais, chez certains chiens (Saturne, par exemple), et dans certaines conditions (apparition d'un objet éclairé — croix — sur un fond sombre), on n'est pas arrivé à ce que la forme acquière une valeur sialogène ; sans doute, il aurait fallu prolonger l'expérience davantage.

4° *Couleurs*. — Avec les couleurs, on a obtenu toujours des résultats négatifs. Cela ne veut pas dire, bien entendu, que les chiens sont incapables de distinguer les couleurs. Il faut rappeler[1] à cette occasion qu'en 1907 Samoïlov et Féofilaktova ont reconnu qu'on peut apprendre à ces animaux à reconnaître les couleurs, et que Nagel et Himstedt sont arrivés à des conclusions analogues : ils auraient réussi à dresser l'animal de manière qu'il retirât d'un tas de billes diversement colorées une bille rouge, bleue ou verte, suivant la couleur désignée.

*
* *

En général, on ne comprend pas l'importance qui s'attache à la méthode de Pavlov, on ne saisit pas le but essentiel de cette méthode. On croit qu'elle a été imaginée dans le but de démontrer l'existence, chez le chien par exemple, des diverses sensations de l'homme : sensations des diverses formes, des couleurs..., sensations musicales... D'où des protestations variées. Les uns s'indignent à la pensée que l'on puisse mettre en doute que les compagnons si chers de leur vie voient les formes et les couleurs, reconnaissent les personnes, entendent des sons, — s'étonnent qu'on ait recours à des dispositifs expérimentaux compliqués pour démontrer ce que tout le monde sait pertinemment. Les autres font remarquer que les expériences des Russes ne prouvent rien en ce qui

1. A. Drzewina. Le Sens des couleurs chez les animaux, *Revue scientifique*, 1909.

concerne les sensations des animaux : un son, en effet, peut provoquer une réaction motrice, sans être perçu musicalement.

« Entre le fait d'entendre un son de l'échelle musicale et le fait de réagir par un réflexe quelconque sous l'influence de ce son, il y a loin, dit Mme Jaëll, dont je rapporte plus loin les travaux faits en collaboration avec Féré sur l'influence dynamogène des sons musicaux... Les expériences que j'ai faites avec le docteur Féré sont concluantes à ce sujet. Le docteur Féré était atteint de surdité musicale absolue. Au régiment, il était incapable d'apprendre à discerner les différentes sonneries du clairon qu'il entendait journellement. Dans nos expériences, l'énergie de ses mouvements volontaires a subi toutes les influences, émanant des combinaisons de sons différentes, avec une précision qui aurait pu faire supposer que, non seulement il entend les sons, mais qu'il est un profond musicien. Néanmoins, tout en réagissant ainsi, il restait musicalement sourd. » Ceci ne fait que confirmer ce que j'ai répété souvent, en particulier dans mon livre : *la Naissance de l'intelligence*, à savoir : qu'il n'est pas possible de donner une preuve expérimentale irrécusable du fait que les animaux ont *conscience* des impressions et associations d'impressions produites en leur cerveau par les divers excitants du milieu extérieur. Ce qui est subjectif chez l'animal, la conscience, les sensations au sens psychologique du mot, sont en dehors du domaine des investigations scientifiques, l'expérience ne saurait à leur égard nous fournir aucun renseignement probant.

Un physiologiste de la valeur de Pavlov, dont les travaux valent tant par la rigueur scientifique, n'aurait pas laissé ses élèves s'engager dans une voie chimérique. Ce qui a intéressé les savants de Saint-Pétersbourg, ce n'est pas de savoir si les chiens entendent et voient comme nous, mais de trouver, par une méthode objective et précise appliquée à l'animal normal, les lois des associations cérébrales, de suivre la genèse de celles-ci, de déterminer la valeur associative des divers facteurs qui y interviennent, à savoir : les « sensations » entendues au sens physiologique du mot.

On connaissait déjà les caractères du « réflexe salivaire conditionnel » : spécificité, instabilité due à l' « extinction », la « reviviscence », l' « inhibition » ; il était intéressant de considérer sa genèse. Celle-ci exige le concours d'un certain nombre d'excitants sensoriels : l'excitation chimique de la muqueuse buccale doit s'accompagner de l'excitation d'autres organes des sens, de l'œil, par exemple, qui peut être excité par des variations d'éclairement, des mouvements, des formes, des couleurs. Les divers excitants provoquent des modifications chimiques dans l'écorce du cerveau, et, au cours de l'apprentissage, celles-ci y donnent lieu à des associations de plus en plus solides et complexes. Les éléments de ces associations n'ont pas tous une égale valeur ; il y en a qui y entrent plus difficilement que d'autres ; telles les impressions cérébrales des formes, et surtout celles des couleurs ; il y en a qui s'éteignent spontanément ou peuvent être inhibées plus facilement que d'autres.

A cet égard les expériences récentes de Toropov[1] sont curieuses. Cet auteur a éliminé chez des chiens des portions de plus en plus étendues du cerveau dans la région occipitale. On savait que cette région a un rôle important dans la vision. Or, Toropov a constaté que les réactions déterminées par la forme des objets disparaissent les premières ; pour des lésions de plus grande étendue, les réactions vis-à-vis des objets en mouvement disparaissent à leur tour; ce n'est que lorsque l'étendue de la lésion est très grande que les réactions vis-à-vis des variations de l'éclairement sont supprimées. Il est intéressant de voir que les diverses sortes de réactions dues à la lumière disparaissent, sous l'influence de lésions cérébrales de plus en plus étendues, dans l'ordre même où elles se sont formées chez l'individu donné et aussi dans l' « échelle » animale.

La méthode de Pavlov nous permet d'assister à la formation progressive des associations sensorielles qui ont pour siège l'écorce cérébrale : nous y voyons entrer successivement de nouveaux éléments, dans un ordre donné ; nous assistons dans telle ou telle circonstance à l'extinction de tel ou tel élément. La méthode de Pavlov est infiniment précieuse pour le psychologue, car elle lui permet de trouver d'une façon sûre les lois de la mémoire associative chez les animaux supérieurs. Il est regrettable que ceux qui s'occupent de la question de la mémoire n'y attachent pas l'importance qu'elle mérite.

1. Toropov. Réflexes conditionnels oculaires quand on élimine les parties postérieures des hémisphères cérébraux chez les chiens, *Thèse de Saint-Pétersbourg*, 1909.

*
* *

Les faits suivants découverts tout récemment par Zéliony[1] sont intéressants précisément parce qu'ils montrent à quel point il est nécessaire de tenir compte du mode de genèse des associations sensorielles pour comprendre leurs manifestations.

C'est un nouveau mode de genèse que nous indique Zéliony : il se sert d'un réflexe conditionnel pour en créer un autre. Ses expériences ont porté sur deux chiens qui avaient déjà reçu une certaine « éducation musicale » : Gladenkaia et Tchorny. On avait appris à ces chiens à saliver, l'un aux battements d'un métronome présentant le rythme de 120 vibrations par minute, l'autre au son la_3 d'un diapason à vent, et cela à la manière habituelle, en associant l'excitant acoustique à l'excitation chimique directe de la muqueuse buccale. Zéliony a cherché à apprendre à l'animal à saliver vis-à-vis d'un autre son, et cela en associant pendant un certain temps celui-ci au premier.

Les expériences sur Gladenkaia ont commencé en juin 1907. Au début, les deux excitants acoustiques, l'ancien (métronome 120) et le nouveau la_3, agissant isolément, donnaient des résultats bien différents : il suffisait que le métronome batte pendant une minute pour qu'il se produise une salivation abondante (25 à 30 gouttes) ; avec le la_3, au contraire, on n'obtenait rien.

1. Zéliony. Espèce particulière des réflexes conditionnels, *Archives des sciences biologiques*, 1909.

Après ces essais préliminaires, la technique des expériences fut la suivante :

2 fois de suite : 1 m. de métronome ; 30 s. repos ; application 5 à 10 cc. HCl 0,25 0/0.
10 à 30 m. de repos.
1 ou 2 fois de suite : 30 s. de la $_3$; 15 s. repos; 1 m. de métronome.

On a répété en tout 55 fois la combinaison des deux excitants acoustiques : la$_3$ et métronome 120.

Au bout d'un certain nombre de fois, on a obtenu, cinq secondes après la cessation du la$_3$, quelques gouttes de salive (1 à 6).

1 goutte (6e fois).
4 — (12e fois).

Avec le chien Tchorny, on a opéré d'une façon inverse ; il y a eu 13 épreuves en tout. Dès la troisième combinaison, le bruit du métronome fut suivi de l'écoulement de 5 gouttes de salive. A partir de ce moment, chaque épreuve où le métronome se faisait entendre donnait lieu à l'écoulement de 1 à 9 gouttes de salive.

Mais voici le fait sur lequel je désirais attirer l'attention : lorsqu'un réflexe conditionnel est créé au moyen d'un autre réflexe conditionnel, l'extinction en est beaucoup plus rapide.

Voici les résultats d'une expérience faite avec Tchorny :

16 août 1908 :

10 h. 53	métronome donne	9 g.	au bout de	11 s.
4 m. après	—	2 g.	—	28 s.
8 m. après	—	3 g.	—	15 s.
2 m. après	—	0 g.		

On remarquera que l'extinction est retardée quand on augmente l'intervalle de deux épreuves successives ; c'est un fait général.

*
* *

On le voit, dans tous les cas, les associations de sensations qui se forment dans l'écorce du cerveau paraissent régies par des *lois*, qui se précisent à mesure que les investigations sont poussées plus loin. La découverte de ces lois montre toute l'excellence de la méthode imaginée par l'illustre physiologiste russe.

Les recherches de l'école russe, envisagées comme je l'ai fait, conduisent plutôt à rejeter les explications finalistes. Les conclusions d'Orbéli sont, comme nous l'avons vu, nettement en faveur des explications mécanistes ; il est possible maintenant, dans bien des cas, de prévoir à l'avance les phénomènes qui se passent dans l'écorce cérébrale, phénomènes qui semblaient jusqu'alors si capricieux.

Récemment le professeur Dumas, de Paris, avec l'aide de Malloizel, a entrepris des expériences dans le genre de celles des Russes, et a été conduit à critiquer vivement les tendances finalistes de ces auteurs. D'après l'exposé qui précède, on pourra être surpris. Mais cette surprise se dissipera si on lit une étude de Pavlov, parue dans les *Ergebnisse der Physiologie*, intitulée : *Psychische Erregung der Speicheldrüsen* (Excitation psychique des glandes salivaires), et que Dumas vient de faire traduire pour le *Journal de Psychologie* (avril 1910). Or, dans cet article, d'une haute valeur

philosophique, Pavlov se montre finaliste, et, à mon avis, donne une idée très imparfaite, voire même inexacte, du travail de ses élèves. Je crois donc qu'il est important que les Français voient d'autres aspects de la question.

Pavlov se félicite, avec raison, d'être passé, « sans même s'en apercevoir, mais d'une façon toute naturelle, et sans changer de méthode », du domaine des observations strictement physiologiques dans le domaine des phénomènes considérés en général comme psychologiques. Il se serait trouvé en présence de « phénomènes précis, exactement observés, qui présentent un caractère de conscience et d'*adaptation* à leur but, de *finalité* bien apparente ». Pavlov s'explique d'ailleurs au sujet de l'emploi de ces termes. « Les mots employés pour exprimer ce concept : conformité au but et adaptation, malgré l'analyse des sciences naturelles de Darwin, conserve aux yeux de beaucoup quelque chose de subjectif en soi ; ce qui occasionne des erreurs d'interprétation de l'un et l'autre côté. Les partisans de la conception strictement mécanique des processus vitaux croient reconnaître dans ces expressions une tendance à s'éloigner du terrain de l'objectivisme pour entrer dans le domaine de la téléologie ; mais d'autre part les philosophes biologistes voient dans tous les faits qui témoignent d'adaptation et de conformité au but une preuve en soi de l'existence d'une force vitale spéciale ou, comme on dit maintenant, spirituelle (le vitalisme dégénère de plus en plus en animisme) qui s'assigne des buts, pense à des moyens capables d'atteindre ces buts, s'adapte, etc. »

Plus loin, il ajoute : « Le fond de la question est de savoir si ce chaos de rapports réciproques et enchevêtrés peut être ramené dans certaines limites, s'il est possible d'établir des constantes, de connaître le mécanisme de ces phénomènes, d'établir des *lois* ? Les quelques exemples qui suivent me permettent de répondre nettement par l'affirmative à toutes ces questions et de supposer qu'à la base de toutes ces expériences psychologiques il y a un réflexe spécifique dont le mécanisme est extrêmement répandu. »

On le voit, le « finalisme » de Pavlov n'est pas fait pour alarmer ; j'aime mieux toutefois l'attitude de J. Lœb, qui écarte le point de vue : adaptation, finalité, et cela après avoir reconnu que, dans bien des cas, l'adaptation est illusoire.

*
* *

Voyons maintenant les expérience de Dumas qui ont conduit cet auteur à critiquer les tendances finalistes de Darwin et de Pavlov. Les premiers résultats ont été communiqués à la Société de Psychologie [1]. Il s'agit de « l'expression polyglandulaire des émotions ». Pour cet auteur l'émotion génitale par exemple s'accompagnerait d'une excitation énergétique de tout le système nerveux, qui se traduirait en particulier par une sécrétion abondante des diverses glandes de l'organisme (sous-maxillaires, stomacales, rénales).

Que l'excitation génitale se fasse par l'intermédiaire de tel ou de tel autre organe des sens, les effets glandu-

1. *Journal de Psychologie*, 1910.

laires sont les mêmes : 1° Il y a une salivation des plus abondantes. Des jets de salive accompagnent les jets de sperme ; dans les intervalles, il y a une polypnée thermique notable. La vue seule de la femelle suffit pour provoquer chez le mâle une sécrétion salivaire extrême. 2° Il y a également une sécrétion du suc gastrique. C'est là un fait moins connu, parce qu'il n'est pas spontanément visible. Dans des conditions particulières, on peut obtenir en trois minutes 6 centimètres cubes de suc gastrique acide. 3° Enfin la sécrétion rénale est augmentée d'au moins un tiers (9,5 cm^3 en cinq minutes, au lieu de 6 centimètres cubes).

Pendant la colère, on obtient des effets analogues. Le chien sécrète une salive abondante pendant tout le temps que dure l'expérience ; la salivation se chiffre par 10-15 centimètres cubes en 5 minutes. La sécrétion rénale est très notablement accrue (13,5 cm^3 au lieu de 6 centimètres cubes).

Ces faits ne doivent pas étonner le physiologiste. L'ébranlement massif, causé par l'émotion, doit déterminer une réponse globale, polyglandulaire et aussi polymusculaire. Les expériences de Dumas et Malloizel nous montrent très nettement la diffusion dans l'organisme de l'énergie émotionnelle et les réactions organiques synergiques qu'elle provoque.

Dumas fait remarquer que les explications de l'expression musculaire ont été plus gênées que favorisées par les théories darwiniennes de l'adaptation et de la sélection naturelle : « Sous l'influence de ces théories, dit-il, on est parti du principe que la plupart des expressions musculaires devaient s'expliquer par la

sélection, c'est-à-dire par l'utilité immédiate ou ancestrale, et l'on s'est borné à ranger sous le *principe de l'action directe du système nerveux* tous les faits qui résistent à l'explication sélectionniste. Nous voudrions au contraire vérifier directement cette loi de l'action directe du système nerveux que Spencer appelle la loi de la décharge diffuse et ne recourir aux explications hypothétiques de la sélection naturelle que lorsque l'explication bio-mécanique ne donnera plus rien. »

C'est ce que Dumas a précisément fait pour l'expression musculaire dans son livre : *le Sourire;* c'est ce qu'il fait encore, avec Malloizel, pour l'expression glandulaire.

Les faits trouvés par lui ne sauraient d'ailleurs contredire ceux mis en évidence par les élèves de Pavlov. Etudier la « mémoire associative » et étudier les « émotions », c'est étudier deux choses un peu différentes, au point de vue même des conceptions énergétiques. Ce qui frappe dans beaucoup de phénomènes dénommés *émotions*, c'est que l'organisme est le siège d'un excès d'énergie, qui doit être dépensé. Il semble que cette énergie s'écoule, à travers tout l'organisme, — et jusque dans le réseau nerveux du grand sympathique qui recouvre tous les organes, — en des flots impétueux. La *mémoire associative* semble, au contraire, canaliser suivant certaines voies déterminées le trop peu d'énergie dont dispose l'animal, comme pour éviter les pertes inutiles. On a imaginé tout un système de digues et de ponts pour empêcher l'irradiation des excitations nerveuses, et on a supposé

que, dans les émotions, toutes ces barrières cédaient devant l'envahissement subit de l'énergie nerveuse, en entraînant la suppression momentanée des adaptations.

Bien entendu, il ne faut pas accorder trop d'importance à ces métaphores littéraires.

*
* *

La collaboratrice de Féré, Mme Marie Jaëll, dans ses expériences, avait été préoccupée de la valeur énergétique des sons musicaux, en dehors de leur valeur associative.

Ch. Féré, sujet « musicalement sourd », comme il a été dit plus haut, devait soulever un poids de 3 kilos avec le médius droit, et cela un certain nombre de fois de suite, jusqu'à l'épuisement. Sous l'influence de certaines excitations sonores, le poids lui paraissait léger, et il pouvait le soulever un grand nombre de fois de suite sans fatigue ; pour d'autres excitations sonores, c'était le contraire. La main semblait en quelque sorte « peser » les sons, les discerner, alors que le cerveau en semblait incapable.

Les pesées musicales effectuées sur Féré par Mme Jaëll ont montré que les intervalles consonants (octave, quinte, tierce) augmentent l'énergie musculaire, alors que les intervalles dissonants la diminuent. L'exemple suivant est très frappant : sous l'influence de la quinte (la-mi), Féré a pu effectuer (en 16 épreuves) 850 soulèvements ; soit l'élévation de 1 kilo à 112 mètres de hauteur ; sous celle de la quinte

diminuée (la-mi ♭), il n'a pu effectuer que 50 soulèvements, soit l'élévation de 1 kilo à 7 mètres de hauteur.

Comme on le voit, les contrastes des « pesées musicales » sont considérables. « Une différence d'un demi-ton fait qu'un homme fort est rendu faible. »

L'influence excitatrice ou inhibitrice de la musique est d'ailleurs connue de longue date. On sait qu' « à côté des marches funèbres destinées à accompagner la dépression, les émotions douloureuses et la démarche lente, il y a de la musique joyeuse qui fait lever allégrement les pieds dans les danses qu'on n'imagine guère sans musique ».

De plus, au sujet de l'influence dynamogène des intervalles musicaux, il y a lieu de tenir compte de leur mode de succession.

Ainsi, en faisant alterner la seconde majeure (la-si) et la seconde mineure (la-si ♭), on a obtenu les travaux suivants (évalués en kilogrammètres) :

Seconde majeure.			Seconde mineure.	
Série 1	19 kgm.	3	Série 2	1,4
— 2	26	5	— 4	1,3
— 5	31	5	— 6	0,5

D'autre part, nous avons vu l'influence si dépressive de la quinte diminuée (triton la-mi ♭) ; eh bien, après 32 épreuves faites avec la quarte (la-ré), la quinte diminuée a permis dans l'espace de 5 minutes (1 seule série) un travail de 44 kilogrammètres (260 soulèvements).

Enfin, il faut tenir compte de l'état de repos ou de

fatigue du sujet. Tel accord fa mineur d'une sonate de Beethoven s'est montré déprimant dans le premier cas et excitant dans le second.

Toutes ces expériences sont racontées au long dans le livre de Féré : *Travail et Plaisir*[1]. Il est intéressant de les comparer avec celles des élèves de Pavlov. On y retrouve certaines lois des contrastes applicables aux animaux. Mais, comme ces expériences n'ont été faites que sur un seul sujet, il est difficile de préciser quelle peut être la part de l'éducation individuelle.

Dans son livre, Féré parle des cas où celle-ci intervient manifestement. « Il y a, dit-il, à l'égard des conditions favorisant les manifestations de l'intelligence, de l'art, de la science, des *variétés individuelles infinies* que quelques-uns savent merveilleusement mettre à profit. Tel s'excite au travail par des frottements, un grattage d'une région déterminée de la peau, des tiraillements des poils de la barbe et des cheveux ; tel autre par la vue d'un objet brillant, comme Haydn qui considérait un diamant ; tel autre par telle couleur ; tel autre par tel morceau de musique ; tel autre par des odeurs, comme Schiller, qui conservait des pommes pourries dans le tiroir de sa table... »

*
* *

Dans les recherches relatives à la psychologie des animaux supérieurs, il est facile de s'écarter de la rigueur expérimentale que Pavlov a imposée à ses

1. Paris, F. Alcan, 1904.

élèves. Pavlov considère comme mauvaises les méthodes par lesquelles on cherche à étudier l'activité du cerveau au moyen des réactions motrices ; ces méthodes, selon lui, ne peuvent pas être suffisamment précises.

Le professeur Bechterew, auteur du livre : *l'Activité psychique et la vie*, n'est pas du même avis. Lui aussi aurait été longtemps à comprendre la portée des expériences de l'école de Pavlov ; finalement il en aurait fait en quelque sorte une transposition dans un autre domaine : il a cherché à créer des associations cérébrales qui, au lieu de se manifester par des réactions salivaires, se manifestent par des réactions motrices. Voici quelle aurait été l'une de ses expériences. On excite par l'électricité la patte postérieure d'un animal et on détermine le retrait du membre; on associe à la décharge électrique une excitation optique ou acoustique déterminée (par exemple, projection d'un faisceau de lumière colorée). Au bout d'un certain temps, cette excitation suffit pour déterminer le retrait du membre. Il paraît que l'expérience réussirait même avec l'homme, qui s'applique à résister !

Je crois qu'il serait intéressant d'étendre aux muscles les résultats trouvés pour les glandes, même si ces dernières expériences ne se prêtaient pas à la précision des premières.

Orbéli d'ailleurs a déjà constaté des phénomènes intéressants du côté du système moteur du chien. La formation du réflexe salivaire est accompagnée d'une réaction motrice dite positive. Banzaï a les yeux fixés sans cesse sur l'écran et dès que la lettre **T** y apparaît,

il se met à bondir, à s'élancer sur l'écran, à reporter les yeux de l'écran sur l'opérateur et *vice versa*, à frétiller de la queue. Cette réaction motrice a lieu dans tous les cas où se montre la figure habituelle, sans exception aucune. Au début, les figures insolites provoquent la même réaction motrice, mais bientôt elles ne tardent pas à faire naître une réaction motrice nouvelle : le chien fait un bond au moment de l'apparition de la figure, s'élance vers l'écran, mais, au bout de 10 à 12 secondes, il recule en poussant des cris plaintifs, et, après cela, il regarde l'écran avec un calme parfait.

Souhaitons que, malgré Pavlov, ses élèves ne restent pas confinés dans un domaine trop étroit. Etudier les réactions motrices par des méthodes objectives est le meilleur moyen de porter atteinte à la faculté de « volonté » des philosophes d'antan.

*
* *

A la méthode de Pavlov, on a rattaché la méthode de Veraguth[1]. Il s'agit du *réflexe psycho-galvanique*. On place le corps du sujet en expérience dans le circuit d'un galvanomètre ; quand une excitation est perçue, l'aiguille de l'appareil dévie : il s'est donc produit un changement d'intensité du courant électrique qui traverse le corps. On pique un chat : l'aiguille dévie ; donc l'animal a senti la piqûre ; quand il est anesthésié, il ne se produit pas dans les mêmes con-

1. Veraguth. *Mon. f. Psych. u Neurol.*, 1908.

ditions une déviation. Ce serait là un moyen précieux d'enregistrer d'une façon objective la perception d'une impression sensorielle, si la méthode de Veraguth n'était susceptible de critiques. Certains physiciens mettent en doute les faits observés, et les physiologistes ne se mettent pas d'accord sur les mécanismes qui sont en jeu. La déviation de l'aiguille du galvanomètre est certainement due à une variation de la résistance du corps, variation produite probablement par des troubles momentanés de la circulation et de la sécrétion glandulaire. C'est par ce fait que la méthode de Veraguth se rattacherait à celle de Pavlov.

IV

MÉTHODE DES LABYRINTHES

C'est Thorndike qui a imaginé les diverses méthodes dont nous allons parler maintenant : *labyrinthe, boîtes à mécanismes, imitation.* Les expériences de Thorndike ont eu un immense retentissement ; elles avaient été faites sur des poussins, des chats et des chiens ; elles ont été maintes fois imitées depuis. Pour trouver sa nourriture, ou sortir d'un enclos..., l'animal doit suivre un chemin déterminé dans un labyrinthe, ou ouvrir des portes en faisant marcher certains mécanismes. On note la proportion de mouvements infructueux et le temps total employé à accomplir la tâche proposée ; des graphiques représentent les résultats trouvés, et par suite le progrès réalisé d'une expérience à l'autre et qui résulte d'une association plus parfaite entre les diverses sensations éprouvées par l'animal. Celui-ci est stimulé par la faim ou par la peur ; aussi on peut se demander si ces conditions *anormales* ne sont pas la cause de perturbations des phénomènes normaux.

Thorndike a employé des labyrinthes plus ou moins

1. Thorndike. Animal intelligence; an experiment study of the associative processes in animals, *Suppl. of Psychological Review*, 1898.

compliqués dans ses expériences sur les poulets ; ces animaux se sont montrés assez lents pour former des associations.

Small a fait des expériences du même ordre avec les rats blancs.

En 1904, Porter et Jessie Blount Allen[1] ont appliqué la méthode des labyrinthes, l'un au moineau, l'autre au cobaye.

Si l'habileté à profiter de l'expérience est le critérium de l'intelligence, il résulterait des recherches de Porter que le moineau est presque aussi intelligent que le singe. Mais l'intelligence ne saurait pas être ainsi définie, et nous verrons même que, d'après Allen, d'après Watson, les sens supérieurs ne jouent qu'un rôle accessoire dans l'apprentissage nécessité par les labyrinthes.

Allen compare le cobaye au rat blanc étudié par Small, et il fait porter ses expériences sur divers stades du développement.

Pour les jeunes, il emploie des labyrinthes très simples ; par exemple une petite boîte est placée dans une grande et celle-ci dans la cage d'expérience ; la petite boîte présente une porte, la grande deux portes, dont l'une peut correspondre à celle de la petite boîte ; en déplaçant l'une des boîtes par rapport à l'autre, on peut plus ou moins modifier le chemin. Immédiatement après la naissance, la faiblesse et l'incoordina-

1. Porter. A preliminary study of the psychology of the english sparrow, *Amer. Journ. Psych.*, 1904.
J.-B. Allen. The associative processes of the guinea-pig, *Journ. of compar. Neurology a. Psychology*, 1904.

tion des mouvements musculaires s'opposent à toute expérience. Un cobaye âgé de deux jours peut trouver le chemin qui le conduit à sa mère, à condition que les portes se correspondent, au moins à peu près. Dès cet âge, il y a des preuves évidentes d'une mémoire associative ; le rat ne présente le même développement psychique que beaucoup plus tard, du 23e au 27e jour ; chez ce dernier animal, le fonctionnement sensoriel et la différenciation médullaire sont beaucoup plus tardifs que chez le cobaye.

Les expériences sur les adultes ont été faites surtout en vue de déterminer l'importance des diverses sensations dans l'acquisition des habitudes. L'odeur seule peut guider l'animal, mais pas la vue ; celle-ci doit être combinée à d'autres sens ; elle n'est pas indispensable ; l'odeur, non plus, d'ailleurs ; l'introduction dans le champ visuel d'objets nouveaux ne produit pas de perturbations ; le toucher ne semble pas avoir une grande importance ; la conclusion est que « le facteur qui joue le plus grand rôle dans la reconnaissance du chemin est l'ensemble des sensations déterminées par la course, les rotations, les divers mouvements qui ont lieu pendant les essais ».

Watson, qui d'ailleurs avait inspiré ce travail, est arrivé, en opérant sur les rats, à des conclusions analogues [1]. Des rats blancs sont exercés à parcourir un labyrinthe assez compliqué; successivement on élimine les divers sens. La vision paraît ne jouer aucun

1. J.-B. Watson. Kinaesthetic and organic sensations, their role in the reactions of the white rat to the maze. *Psychological Review*, 1907.

rôle ; les rats normaux apprennent à circuler dans le labyrinthe aussi aisément à la lumière qu'à l'obscurité ; les individus aveugles apprennent aussi vite que les individus normaux. Les sensations olfactives ne paraissent pas intervenir non plus ; de même les sensations cutanées : on peut enlever les vibrisses, sorte de poils tactiles, sans modifier la vitesse de l'apprentissage. L'audition peut également être exclue ainsi que les sensations gustatives. En un mot, on a un rat aveugle, sourd, privé des autres sens, et cet animal marche à travers les dédales du labyrinthe, comme s'il voyait, sentait, sans se tromper. Un être humain, d'après Watson, serait probablement incapable d'en faire autant.

*
* *

En général, la méthode des labyrinthes ne donne que des résultats synthétiques ; on constate que l'animal apprend plus ou moins vite à parcourir un trajet donné ; mais les mécanismes et les lois ne ressortent pas des expériences faites. Watson a été plus loin que ses prédécesseurs, parce qu'il a combiné la méthode pathologique (extirpation des organes des sens) à la méthode des labyrinthes.

Pour arriver à des résultats analytiques avec cette dernière méthode, il est nécessaire de la combiner avec d'autres. C'est ce qu'a compris Yerkes qui récemment a établi des lois importantes régissant l'activité des vertébrés supérieurs. Cet auteur avait été l'un des premiers à se servir des labyrinthes ; ses expé-

riences sur les écrevisses, sur les tortues, sont restées classiques, car elles ont montré que des animaux relativement inférieurs sont capables d'apprendre comme les oiseaux et les mammifères. Parmi ceux-ci, Yerkes a choisi comme particulièrement intéressantes les souris dansantes[1]. Il a combiné la méthode des labyrinthes à la méthode dite des choix. Dans les labyrinthes ordinaires, constamment l'animal a à choisir entre deux passages, l'un qui se termine en cul-de-sac, l'autre qui lui permet de continuer son chemin ; quelles sont donc les particularités qui peuvent le guider dans son choix?

Yerkes a employé le dispositif suivant. Dans une boîte spéciale se trouvent disposés deux couloirs dont les portes d'entrée sont contiguës ; dans l'un ou l'autre on peut lancer à volonté des décharges électriques. La souris doit choisir entre les deux passages, car dans l'un elle recevra une décharge électrique et dans l'autre elle trouvera la nourriture ; pour cela, elle est renseignée par l'aspect des portes ; à cet effet celles-ci sont garnies de cartes diversement éclairées ou colorées par exemple.

La souris apprend assez rapidement à distinguer entre les deux portes et à s'engager dans le couloir convenable, qui est tantôt celui de droite, tantôt celui de gauche, et cela irrégulièrement, car, si on alternait régulièrement, l'animal apprendrait aussi à alterner ;

1. R.-M. Yerkes. *The dancing mouse*, New-York, 1907. — Yerkes et Dodson. The relation of strength of stimulus to rapidity of habit formation, *Journ. of compar. Neurology*, 1908. — Yerkes. Modifiability of behavior in its relations to the age and sexe of the dancing mouse, *idem*, 1909.

comme le changement est irrégulier, la souris doit se servir des points de repère fournis par les portes d'entrée. Avant de s'engager dans un couloir, l'animal hésite ; il arrive qu'elle court une vingtaine de fois d'une porte à l'autre, avançant la tête et reculant, touchant les cartes d'entrée et les flairant avant de se décider.

Il ressort des expériences de Yerkes que la souris se laisse guider surtout par des différences d'éclairement, et qu'elle arrive même à une discrimination des plus fines ; au début des expériences, il n'y a choix que quand le rapport des éclairements est de $\frac{1}{2}$; dans la suite, il peut y avoir choix pour un rapport de $\frac{1}{5}$ ou même de $\frac{1}{10}$. En ce qui concerne la détermination du minimum de différence que la souris est capable d'apprécier, Yerkes a pu appliquer la loi de Weber-Fechner.

Cet auteur s'est demandé en outre si l'intensité de la stimulation électrique influence la rapidité de l'apprentissage, et, si oui, quelle est l'intensité la plus favorable ; pour répondre à ces questions, il a fait plusieurs séries d'expériences avec le concours de Dodson. Voici les principales conclusions : si les éclairements des deux portes d'entrée sont très différents, si par conséquent celles-ci sont faciles à distinguer l'une de l'autre, la durée de l'apprentissage décroît lentement avec les stimulations croissantes, et celles-ci deviennent nuisibles pour l'organisme avant qu'on ait trouvé l'optimum. Au contraire, quand les portes diffèrent peu l'une de l'autre, des essais plus nombreux sont

nécessaires pour l'apprentissage, mais la vitesse de celui-ci croît rapidement avec les stimulations croissantes, jusqu'à un certain maximum. En résumé, plus la distinction entre les deux portes est difficile, plus l'intensité de la stimulation la plus favorable pour l'acquisition de l'habitude est voisine du seuil de l'excitation. En d'autres termes, une excitation forte se montre inhibitrice d'une discrimination très fine.

Ici encore les phénomènes psychiques complexes qui se passent dans la souris sont soumis à des lois précises.

Yerkes s'est servi pour garnir les portes d'entrée, en outre de cartons inégalement éclairés, de cartons de diverses couleurs, de diverses formes et tailles, et il a alors trouvé des résultats plutôt négatifs. La souris s'est montrée incapable de distinguer le vert du bleu et le violet du rouge ; souvent, dans les cas où l'on pourrait croire qu'il y a discrimination des couleurs, ce qui intervient c'est un simple contraste dans les intensités de l'éclairement. De même la souris n'est jamais arrivée à distinguer entre cartons de diverses formes et tailles.

Il faut remarquer que, dans les conditions normales, la vision semble n'avoir qu'un rôle très peu important dans la vie de la souris dansante ; ce n'est qu'à la suite d'un apprentissage que les facteurs visuels commencent à jouer un certain rôle.

Les travaux de Yerkes sur la souris dansante constituent une contribution très importante à la psychologie des animaux supérieurs ; il est désirable que les mêmes méthodes soient appliquées à d'autres ani-

maux, car on arrivera ainsi à connaître un certain nombre des lois régissant l'activité de ces animaux.

Tout récemment, Yoakum[1] a étudié, au moyen de dispositifs analogues, la discrimination des températures chez les écureuils.

1. Yoakum. Some experiments upon the behavior of squirrels, *Journ. of compar. Neurology a. Psychology*, novembre 1909.

V

MÉTHODE DES BOITES A MÉCANISMES

C'est également Thorndike qui a imaginé la méthode des « boîtes à mécanismes[1] ». Une cage est munie d'une porte qu'on ne peut ouvrir qu'en faisant mouvoir un certain mécanisme. Ou bien l'animal enfermé dans la cage cherche à s'échapper, ou bien la nourriture placée dans la cage attire l'animal qui est au dehors.

Thorndike a opéré avec des chiens et des chats. Ceux-ci devaient ouvrir la porte au moyen d'un loquet, ou d'un bouton, ou d'une corde sur laquelle ils tiraient ; parfois ils devaient faire fonctionner successivement divers systèmes de serrure.

Au début de leur emprisonnement, les chats griffaient et mordaient les barreaux, ne faisant attention à rien ; tout à coup un mouvement purement *accidentel* provoquait l'ouverture de la porte ; alors l'animal se souvenait de ce mouvement, et essayait manifestement de le reproduire ; il y réussissait au bout d'un certain temps. Celui-ci d'ailleurs diminuait progressivement, ce qui indiquait un progrès manifeste dans l'acquisition de la nouvelle habitude. Le résultat était repré-

1. C'est le « Vexierkasten » des auteurs allemands, la « boîte truquée » de Claparède.

senté par une courbe : sur l'axe des x, on marquait les expériences successives avec leurs intervalles réels, sur l'axe des y on comptait le temps que mettait l'animal à s'échapper. Avec le chat, la courbe descendait assez rapidement, mais elle pouvait se relever ensuite.

Chez le chien, la descente était plus rapide, et n'était suivie d'aucun relèvement brusque ; dès le début l'attention du chien se portait sur la nourriture placée à l'extérieur de la cage.

Kinnaman[1] a répété ses expériences sur deux singes. Les cages où étaient enfermés les aliments présentaient des fermetures les plus variées, jusqu'à des serrures avec clefs. L'apprentissage se faisait encore plus rapidement que chez le chien.

Depuis, Thorndike et Kinnaman, dont les expériences ont obtenu un grand succès, ont eu de nombreux imitateurs ; toutefois, les résultats n'ont pas été en rapport avec la peine que l'on s'est donnée.

En effet, comme la méthode des labyrinthes, la méthode des boîtes truquées est une méthode synthétique, globale. Il est souvent difficile de préciser les sensations et les mécanismes psychiques qui sont en jeu. Il est nécessaire d'y associer des méthodes analytiques.

Kinnaman l'avait compris, et, avec ses singes, il avait fait des expériences complémentaires, concernant les perceptions des formes, des grandeurs, des couleurs. Par exemple, parmi une série de vases de

1. Kinnaman. Mental life of two Macacus Rhesus monkeys in captivity, *Amer. Journ. of Psychology*, 1902.

diverses formes et de même couleur, l'animal devait apprendre à reconnaître le vase de forme déterminée où se trouvait l'aliment, et cela bien entendu quel que soit l'ordre dans lequel étaient disposés les vases. Bientôt il se formait une association entre la forme du vase et l'image de l'aliment ; une association nouvelle pouvait se substituer à une ancienne.

Dans ces dernières années, on a combiné la méthode du choix à celle des boîtes truquées. Voici une expérience récente de Hamilton [1]. Une cage peut s'ouvrir par quatre leviers de couleurs différentes ; à un moment donné un seul est susceptible de fonctionner, celui de même couleur qu'un signal donné. Un chien apprend à presser sur le levier qui correspond au signal. Il est vrai qu'au bout d'un certain temps il trouve un moyen plus simple de sortir de la cage : il presse successivement sur les quatre leviers.

*
* *

Si on arrive ainsi à faire une étude des sensations d'un animal, souvent on peut hésiter sur les mécanismes psychiques qui interviennent dans la formation des habitudes. S'agit-il d'association, d'imitation, de raisonnement? Thorndike, Kinnaman ont rejeté l'intervention du raisonnement ; d'après ces auteurs, les mouvements bien adaptés s'associeraient aux sensations éprouvées par l'animal, et les mouvements mal

1. Hamilton. An experimental study of an unusual type of reaction in a dog, *Journ. of compar. Neurology a. Psychology*, 1907.

adaptés s'élimineraient progressivement ; au début, le mouvement adapté serait dû à un pur hasard.

C'est également la conclusion de Porter[1] qui a appris à ses moineaux à ouvrir des cages fermées par des mécanismes spéciaux. Ces oiseaux se sont montrés parfois presque aussi habiles que les singes de Kinnaman. C'est aussi celle de L.-W. Cole[2], qui a expérimenté sur des ratons laveurs, et a constaté qu'au point de vue de la rapidité de formation des associations ces animaux se placent entre les chats et les singes.

Dans certains cas, le mouvement ne serait-il pas dirigé par une idée ? Le singe qui n'arrive pas à manier une clef avec ses mains essaie de ses dents. Ce fait est bien troublant.

On peut hésiter également dans le cas du fait suivant, relatif à un animal plus inférieur, le coq, et qui vient d'être signalé par Hadley[3]. Dans une basse-cour était disposée une mangeoire automatique. Chaque fois que l'auge où se trouvait l'aliment s'allégeait, le levier sur lequel elle était fixée se relevait, ce qui déterminait l'écoulement d'une certaine quantité de grains et de son. Or, le coq en question n'aimait pas beaucoup le son ; quand il n'y avait plus beaucoup de grains dans l'auge, il se reculait pour donner un coup de tête sur le levier afin de le soulever et de déterminer l'écoulement d'une nouvelle

1. *Loc. cit.*

2. L.-W. Cole. Concerning the intelligence of raccoons, *Journ. of compar. Neurology a. Psychology*, 1907.

3. Hadley. Behavior of the domestic fowl, *Amer. Naturalist*, novembre 1909.

quantité de grains. Une plaque de fer-blanc ayant été placée pour empêcher la manœuvre, au bout de deux jours, l'animal modifia celle-ci et arriva au même résultat.

D'après l'auteur il semble difficile que la première manœuvre puisse être due à un accident. Il faudrait connaître, dit Yerkes, la genèse de l'habitude, mais il est bien possible qu'elle soit engendrée par une « idée ».

VI

MÉTHODE DE L'IMITATION

Cette méthode ne s'applique qu'à de rares animaux, et jusqu'ici elle n'a donné que peu de résultats. Il faudrait opérer avec beaucoup de précision et éviter les erreurs d'interprétation. Presque toutes les observations anciennes laissent à désirer : les processus d'imitation n'ayant pas été soigneusement distingués des processus ordinaires d'association.

Je signalerai simplement ici les travaux les plus récents et venant d'auteurs habitués à l'analyse expérimentale des actes des animaux[1].

Ces travaux ne portent que sur des mammifères ; il faut noter que souvent, même avec ces animaux, on n'a obtenu que des résultats négatifs ; ainsi le raton laveur, qui est considéré comme ayant une intelligence très élevée, n'a jamais laissé voir à Cole qu'il puisse imiter son semblable.

Scott Berry a obtenu des résultats positifs parce

1. C. Scott Berry. The imitative tendency of white rats, *Journ. of compar. Neurology a. Psychology*, 1906.
Berry. An experimental study of imitation in cats, *idem*, 1908.
J.-B. Watson. Imitation in monkeys, *Psychol. Bulletin*, 1908.
Haggerty. Imitation in monkeys, *Journ. of compar. Neurology a. Psychology*, 1909.

qu'il a choisi convenablement ses animaux et qu'il n'a pas demandé à ceux-ci plus qu'ils ne pouvaient donner. Il y a des actes qui sont contraires aux habitudes de l'organisme, et qu'il ne faut pas chercher à obtenir. Un rat peut monter à une échelle, pousser une porte, tirer sur une corde... Berry a appris à un rat à effectuer un de ces actes, puis l'a placé dans la même cage qu'un autre, pour inciter celui-ci à imiter les mouvements de son compagnon. En général, au début de l'expérience, les deux animaux montrent une indifférence complète l'un pour l'autre ; mais dès que l'un s'aperçoit que son compagnon connaît le moyen de s'échapper, il prête attention à tous ses mouvements et cherche à les imiter. Pour Berry, il y a plus qu'une imitation automatique, instinctive ; l'animal serait conscient du but à atteindre ; l'imitation serait « volontaire ».

Il en serait de même chez le chat. Il paraît même qu'un jeune chat ne sait pas spontanément, « instinctivement » faire la chasse à la souris : il apprendrait à attraper et à manger les souris en imitant les animaux adultes.

Au contraire, en ce qui concerne les singes, l'imitation ne jouerait qu'un rôle peu important dans le développement de leur vie mentale, du moins d'après Watson. Les sujets observés par cet auteur ont été un cynocéphale, un cébus et deux macaques; on leur demandait d'atteindre un fruit avec un bâton, une fourche, un râteau. Jamais ils ne se sont imités entre eux; jamais ils n'ont imité l'expérimentateur. L'opinion de Watson est d'accord avec

celle de Thorndike, mais pas avec celle de Hobhouse.

Haggerty, pour essayer de trancher le différend, a fait de nombreuses expériences sur des cébus et des macaques, qui sont consignées dans un volumineux mémoire qui vient de paraître. Un singe qui savait manier un certain mécanisme était chargé de l'enseigner à un autre singe, qui n'avait pas su apprendre spontanément. Certains individus ont fait preuve d'une imitation parfaite; chez d'autres, l'imitation n'a été que partielle ; enfin deux singes se sont montrés rebelles à toute éducation. Pour Haggerty, il y aurait lieu de distinguer divers degrés dans l'imitation : 1° l'animal ne fait que suivre des yeux son compagnon ; 2° il le suit jusqu'à un endroit déterminé ; 3° il essaie de faire marcher le même mécanisme, mais le fait d'une façon quelconque ; 4° il imite dans tous les détails la série des mouvements de l'autre animal. Il paraîtrait que, dans le cas de l'imitation parfaite, l'acte est déterminé par la conscience du but à atteindre.

VII

DRESSAGE

On voit à quels résultats incertains et contradictoires on est arrivé avec la méthode de l'imitation : une autre méthode synthétique, celle du dressage, se montre encore plus imparfaite. Quand on veut dresser un animal, on ne considère que le but à atteindre, et tous les moyens pour y arriver sont déclarés bons ; on peut faire appel aux facultés psychiques les plus variées : association, imitation, attention, etc. ; très souvent, il est difficile de préciser.

Lubbock est l'un des premiers parmi les psychologues qui aient employé la méthode de dressage. Les expériences faites avec son chien Van sont bien connues [1]. Il avait dressé celui-ci à apporter des cartons sur lesquels étaient imprimés les mots : « food » (nourriture), « tea » (thé), « bone » (os), « water » (eau), « out » (dehors) ; on le récompensait en lui donnant de la nourriture ou le laissant sortir. « Lorsque je lui demandais, dit Lubbock, s'il voulait sortir pour se promener, il allait avec plaisir saisir, dans le tas, le carton où se trouvait le mot « out », le choisissant au

1. Lubbock. *Les Sens et l'Instinct chez les animaux.* Bibliothèque scientifique internationale, Alcan, 1891.

milieu de beaucoup d'autres, me le rapportant, ou le portant triomphalement en courant vers la porte ».

Pour Lubbock, manifestement le chien établissait une liaison entre le mot et l'objet, et il y avait là plus qu'une simple association de sensations. « Un jour qu'il paraissait souffrant, j'eus à déjeuner un ami qui tenait à lui voir rapporter ses cartons. Je le pressai donc de me les rapporter et je fus surpris de lui voir prendre successivement trois cartes qui n'avaient pas de signification pour lui, portant imprimés les mots « ham » (jambon), « bag » (sac) et « brush » (brosse). Je lui dis d'un ton de reproche : Oh, Van ! apporte « food » ou « tea ». Il me regarda, alla tout doucement et me rapporta le carton avec le mot « tea ». Mais lorsque je lui donnai du thé comme d'habitude, il n'y toucha pas. »

On voit que Lubbock se servait de ce qu'on appelle la « persuasion ».

Hachet-Souplet, il y a environ dix ans, a repris les expériences de Lubbock, les a étendues à d'autres espèces d'animaux, et est arrivé à considérer le dressage comme « la pierre de touche de la psychologie animale »[1].

« Quand, dit-il, vous apprenez un exercice quelconque à un animal supérieur, par exemple à un chien, au moyen de la persuasion, c'est-à-dire en lui faisant comprendre ce qu'il doit faire, vous ne tardez pas à constater que ses mouvements, d'abord conscients, fréquemment répétés, tendent à devenir automatiques.

1. Hachet-Souplet. *Examen psychologique des animaux*, Paris, 1900.

Et il est aisé d'établir qu'ils se produisent, au bout d'un certain temps, en dehors de la volonté de l'animal. Ils finissent par devenir de véritables manies dont la mise en jeu est liée à certaines influences extérieures, telles qu'un ordre verbal, un geste du dresseur, etc. Nous citons cette preuve du retour à l'inconscience des mouvements acquis parce qu'elle est très décisive et des plus importantes, mais le dressage rationnel fournit la clé d'autres expériences très nombreuses sur la volonté, sur l'hérédité morale, etc. ; en un mot, il ouvre une voie toute nouvelle aux chercheurs dans le domaine de la psychologie générale. »

Les expériences de dressage ont conduit Hachet-Souplet à établir une échelle psychique des animaux, où l'araignée et l'abeille se trouvent placées entre le cheval et le chat. Il y aurait intelligence dès qu'il y a possibilité de « persuasion ». Voici comment l'auteur définit le procédé de la *persuasion* :

« D'abord nous devons admettre que le monde extérieur, au moins quant aux rapports existant entre ses parties différentes, est le même pour l'homme que pour la bête intelligente. Donc l'animal raisonnable doit concevoir la cause et l'effet comme l'homme les conçoit, et si ce dernier, par une mimique expressive, cherche à montrer à la bête la relation d'une cause avec un effet, il facilite chez elle le raisonnement et, en fin de compte, s'il atteint son but, la preuve est faite de l'intelligence chez le sujet étudié. » (!)

« Une telle expérience est assez compliquée ; on ne peut guère en donner qu'une idée grossière. Sa complication est naturellement d'autant plus grande que

le but est plus éloigné du cercle d'habitudes de la bête. La mimique de l'expérimentateur conduit, explique et sollicite ; la voix (non pas tant par l'articulation des mots, mais surtout par l'intonation, tout particulièrement compréhensible pour la bête, à cause de son analogie avec les bruits de la nature, dont elle est, du reste, une copie perfectionnée), la voix encourage, flatte, récompense. »

On voit d'après cela l'imprécision des méthodes employées, et on ne sera plus étonné de l'étrangeté des résultats trouvés par l'auteur, et du peu de fécondité des méthodes de dressage. Depuis dix ans, malgré les paroles enthousiastes de Hachet-Souplet, le dressage proprement dit n'a donné lieu à aucun travail scientifique, alors que les imitateurs de Thorndike, en Amérique, et surtout les élèves de Pavlov, en Russie, ont apporté de nombreux faits qui jettent une vive lumière sur la psychologie des vertébrés supérieurs.

Ceux qui ne pratiquent pas l'analyse expérimentale des actes des animaux tombent rapidement dans le domaine des récits fantaisistes. Il me suffira de citer ici le cas du fameux cheval de Berlin, le *kluge Hans*, et celui du chien *Roger*[1]. Le cheval dressé par von Osten répondait par des mouvements de tête aux questions qu'on lui posait ; il était capable de résoudre des problèmes d'arithmétique compliqués : il frappait de son sabot autant de fois que le nombre comportait

1. O. Pfungst. *Das Pferd des Herrn vov Osten*, Leipzig, 1907.
R.-M. Yerkes. The behavior of Roger, *Century Magazine*, 1908.

d'unités. En l'absence de son propriétaire, le cheval ne travaillait pas moins bien. Ces faits ont paru tellement extraordinaires que pour les expliquer on a songé à la télépathie. Pfungst, du laboratoire de psychologie de Berlin, qui a étudié avec soin l'animal, s'est rendu compte que le cheval observe attentivement l'expérimentateur et que ce sont les mouvements imperceptibles et du reste involontaires de la tête et du corps de celui-ci qui le renseignent sur la réponse exacte à faire. Yerkes est arrivé aux mêmes résultats en ce qui concerne le chien savant Roger.

La faculté d'attention d'un cheval, d'un chien, pourrait être très développée. Dans les expériences de dressage, il faudrait déterminer les diverses facultés qui sont en jeu, et leurs parts respectives. Mais pour cela, il faudrait se servir des méthodes analytiques, et c'est à celles-ci qu'est l'avenir.

CONCLUSIONS

Comme on a pu le voir, d'après les notes bibliographiques placées en bas des pages, je n'ai guère tenu compte dans ce livre que des travaux publiés dans ces dernières années. Ces travaux, en effet, conçus presque tous dans un esprit nouveau, ont complètement renouvelé la psychologie animale. Toutefois, celle-ci est encore loin d'être une science faite: elle cherche ses méthodes, ses principes, et dans bien des cas encore l'analyse expérimentale a échoué.

Il y a eu en revanche des succès très encourageants, et d'une façon générale les tendances paraissent excellentes ; j'ai essayé de mettre celles-ci en évidence.

*
* *

Tout d'abord, ce qui caractérise la nouvelle psychologie animale, c'est l'abandon des discussions purement verbales.

On laisse complètement de côté la question de la « conscience » chez les animaux; celle-ci serait en dehors du domaine des investigations scientifiques ; à ce sujet, presque tous les auteurs sont d'accord à

l'heure qu'il est : finalistes aussi bien que mécanistes.

On ne parle plus de « volonté », d' « imitation », chez les animaux inférieurs ; ces mots ne peuvent procurer aucun avantage, et ne font qu'entretenir de vieilles confusions.

L'attitude de la nouvelle psychologie à l'égard de l'instinct est tout à fait caractéristique. Sous la dénomination d' « instinct » on a compris des activités bien différentes les unes des autres : tropismes, sensibilité différentielle, rythmes vitaux, phénomènes associatifs simples ou complexes... ; on sent maintenant la nécessité de limiter l'acception du mot. D'après les travaux les plus récents, les instincts apparaîtraient comme des agrégats d'activités diverses, agrégats qui se seraient formés surtout chez les animaux articulés : crustacés et insectes. Il est donc de toute nécessité de décomposer les instincts en leurs éléments constitutifs. En tout cas, le mot instinct ne saurait jamais être une explication.

On ne doit pas d'ailleurs être moins sévère à l'égard du mot « tropisme ». On a vraiment abusé de celui-ci, alors qu'il était facile de ne l'appliquer qu'à bon escient ; en effet, il y a des signes objectifs qui permettent de reconnaître les actes que Loeb a appelés des tropismes, et qui correspondent à un mécanisme physico-chimique déterminé.

D'une façon générale, le meilleur moyen de caractériser les activités simples qu'on a pu isoler c'est de donner les lois qui les régissent. C'est ce que j'ai cherché de faire dans mes travaux.

*
* *

Le but de la nouvelle psychologie est et doit être la recherche des lois qui régissent les activités animales ; les méthodes d'analyse expérimentale ont déjà permis d'en découvrir un certain nombre, qui paraissent fondamentales ; il est évident qu'il y a intérêt à continuer dans la même voie.

Que les diverses activités animales, même les plus complexes, soient régies par des lois, cela n'est pas douteux ; tous les phénomènes biologiques sont soumis à des lois. Les progrès de la biologie, et par suite de la psychologie animale, dépendent de la découverte de ces lois.

Déjà dans le domaine des activités animales, les tropismes nous apparaissent régis par des lois précises ; on peut prévoir les variations d'intensité, les changements de signe.

J'ai fait connaître les lois de la sensibilité différentielle, à savoir : une relation entre le signe du tropisme et celui de la sensibilité différentielle, des règles qui indiquent les cas où il y aura recul et ceux où il y aura rotation, enfin la loi des exaltations ou des affaiblissements progressifs des effets.

On a indiqué également des lois qui régiraient les phénomènes associatifs des animaux articulés.

Enfin, tout récemment, Orbéli, élève de Pavlov, dans un travail du plus haut intérêt, a montré que même des phénomènes psychiques complexes, ayant leur siège dans l'écorce cérébrale des mammifères, sont soumis à des lois précises.

*
* *

Reconnaître que les phénomènes biologiques et psychiques sont soumis à des lois, qui ne sont que la conséquence des lois des équilibres chimiques, c'est abandonner les explications finalistes. De plus en plus on tend à substituer à celles-ci les explications causales, et à reconnaître que ce que fait un animal n'est pas forcément dans son intérêt.

Les tropismes conduisent souvent les animaux à la mort. La sensibilité différentielle est très imparfaitement adaptée. Un instinct se présente à nous comme un agrégat d'éléments divers, hérités indépendamment les uns des autres ou acquis, les uns utiles, les autres nuisibles ; la somme se trouve évidemment compatible avec la vie de l'être, sans cela celui-ci aurait disparu. D'une façon générale, dans les activités animales, il n'y a pas moins de désharmonies que d'harmonies.

Jusqu'ici les conclusions de beaucoup de travaux de biologie et de psychologie animales se sont trouvées faussées par suite de l'importance que leurs auteurs accordaient à la théorie de la sélection naturelle. Il suffira de lire les récents écrits de J. Loeb et le livre de Delage et Goldsmith pour se rendre compte combien la confiance en cette théorie a diminué.

*
* *

Le résultat des diverses tendances que je viens d'indiquer brièvement est que l'on cherche de plus en

plus à analyser les mécanismes qui sont en jeu dans les divers actes des animaux, et déjà s'ébauche une nouvelle classification de ceux-ci.

On n'oppose plus les actes volontaires aux actes non volontaires, l'intelligence à l'instinct, les actes psychiques aux actes mécaniques, les actes variables aux réflexes immuables ; on voit se constituer, progressivement et de diverses façons, des activités complexes aux dépens d'activités simples.

Dans les tropismes et la sensibilité différentielle, les activités, qui ne dépendent que d'une variable principale, sont encore assez simples pour qu'on puisse montrer qu'elles ne sont que la conséquence des lois des équilibres chimiques. Avec la mémoire, les choses se compliquent ; les mécanismes physico-chimiques apparaissent moins nettement, quoique certaines théories très séduisantes, comme celle des catalyseurs d'Ostwald, rendent assez bien compte des faits. Chez les insectes, malgré la multiplicité des sensations, les associations de sensations restent relativement peu nombreuses et simples. Au contraire, l'écorce cérébrale des vertébrés supérieurs permet la formation d'associations nombreuses et complexes, souvent à partir d'éléments qui eux-mêmes ne sont plus simples. Mais, ici, interviennent encore, comme Orbéli l'a montré, des processus de limitation du nombre et de la complexité des phénomènes associatifs. Une association nouvelle peut être inhibitrice d'une association plus ancienne, mais celle-ci peut se manifester de nouveau tout à coup, exaltée par une autre association. L'intelligence résulterait des interactions entre

ces associations, qui correspondraient à des sortes d'empreintes chimiques, plus ou moins durables, de l'écorce du cerveau. L'intelligence serait l'apanage des vertébrés.

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos I
Introduction 1

PREMIÈRE PARTIE

ANALYSE EXPÉRIMENTALE DES ACTIVITÉS CHEZ LES ANIMAUX INFÉRIEURS

I. — Application de la chimie physique a la psychologie. . 9
II. — Essais de mécanique animale. 17
A) *Tropismes*. 19
B) *Sensibilité différentielle* 21
C) *Combinaison des tropismes avec les manifestations de la sensibilité différentielle* 24
III. — Introduction du point de vue éthologique en psychologie. 27
IV. — Tendance a éliminer de la psychologie les points de vue de la sélection naturelle et de la finalité. . . 41
A) *Sélection des mouvements. Théorie des essais et erreurs, et sa critique*. 43
B) *Imperfections de l'adaptation ou non-adaptation des actes des animaux inférieurs* 46
C) *Premières ébauches de la mémoire associative*. . . . 50

DEUXIÈME PARTIE

ANALYSE DES INSTINCTS DES ANIMAUX ARTICULÉS

I. — Recherche dans l'Activité des animaux articulés des survivances des tropismes et de la sensibilité différentielle 55

II. — Etude des sensations et de leurs associations chez les animaux articulés 59
A) *Discussion sur l'existence de ces sensations* 59
B) *Discussion sur les critères des sensations* 61
C) *Lois des réactions déterminées par des associations de sensations* 65
D) *Création des associations chez les animaux articulés.* 68
E) *Recherche des sensations par la méthode associative.* 70

III. — Analyse de divers instincts 73
A) *Simulation de la mort* 73
B) *Retour au nid* 81
1. Fourmis 82
2. Abeilles et hyménoptères fouisseurs 86
C) *Recherche de la nourriture* 95
D) *Mimétisme* 104
E) *Instincts sociaux* 111
F) *De l'instinct dans la nouvelle psychologie* 120

Conclusions 125

TROISIÈME PARTIE

ANALYSE DE L'ACTIVITÉ PSYCHIQUE DES VERTÉBRÉS

I. — Méthodes anatomiques 130
II. — Méthodes expérimentales, analytiques et synthétiques 137
III. — Méthode de Pavlov et méthode de Veraguth 141
IV. — Méthode des labyrinthes 172
V. — Méthode des boites a mécanismes 180
VI. — Méthode de l'imitation 185
VII. — Dressage 188
Conclusions 193

ÉVREUX, IMPRIMERIE CH. HÉRISSEY, PAUL HÉRISSEY, SUCC^r.

BIBLIOTHÈQUE DE PHILOSOPHIE CONTEMPORAINE

Volumes in-16; chaque vol. broché : 2 fr. 50

478/038

R. Allier.
Philos. d'Ernest Renan. 3e édit.
G. Aslan.
L'expér. et l'invent. en morale.
A. Bayet.
La morale scientifique. 2e éd.
G. Bohn.
La nouvelle psychologie animale.
A. Binet.
La psychol. du raisonn. 5e éd.
G. Bos.
Psychol. de l'incroyance. 2e éd.
Pessimisme, féminisme, etc.
M. Boucher.
Essai sur l'hyperespace. 2e éd.
C. Bouglé.
Les sciences soc. en Allem.
E. Boutroux.
Conting. des lois de la nature
J. Bourdeau.
Maîtres de la pensée contemp.
Socialistes et sociologues.
Pragmatisme et modernisme.
Brunschvicg.
Introd. à la vie de l'esprit. 3e éd.
L'idéalisme contemporain.
C. Coignet.
Évolution du protestantisme.
G. Compayré.
L'adolescence. 2e édition.
A. Cresson.
La morale de Kant. 2e éd.
Malaise de la pensée philos.
Philosophie naturaliste.
Danville.
Psychologie de l'amour. 5e éd.
Delvolvé.
Organis. de la conse. morale.
Rationalisme et tradition.
Dromard.
Mensonges de la vie intérieure.
L. Dugas.
Le psittacisme.
La timidité. 5e édition.
Psychologie du rire. 2e édit.
L'absolu.
L. Duguit.
Droit social et droit individuel.
Dumas.
Le sourire.
Ch. Dunan.
Les deux idéalismes.
G.-L. Duprat.
Les causes sociales de la folie.
Le mensonge. 2e édit.
E. Durkheim.
Règles de la méth. soc. 5e éd.
Encausse.
Occult. et Spiritual. 3e éd.
Fiérens-Gevaert.
Essai sur l'art contemp. 2e éd.
La tristesse contemp. 5e éd.
Psychologie d'une ville. 3e éd.
Nou[illegible] sur l'art.

Fournière.
Essai sur l'individualisme.
Rogues de Fursac.
Un mouvement mystique.
G. Geley.
L'être subconscient.
Guyau.
Genèse de l'idée de temps.
E. Goblot.
Justice et Liberté. 2e éd.
Grasset.
Limites de la biologie. 6e éd.
Jankelevitch.
Nature et société.
A. Joussain.
Fondem. psychol. de la morale.
N. Kostyleff.
Crise de la psychol. expérim.
Lachelier.
Fondement de l'induction 6e éd
Le syllogisme.
C.-A. Laisant.
L'éduc. fond. s. la science. 3e éd.
A. Landry.
La responsabilité pénale.
Gustave Le Bon.
Évolution des peuples. 10e éd.
Psychologie des foules. 16e éd.
F. Le Dantec.
Le déterminisme biol. 3e éd.
L'individualité. 3e éd.
Lamarckiens et Darwiniens.
L. Liard.
Logiciens angl. contemp. 5e éd.
Définitions géomét. 3e éd.
H. Lichtenberger.
Philos. de Nietzsche. 12e édit.
Frag. et aphor. de Nietzsche.
Mauxion.
L'éduc. par l'instruction. 2e éd.
La moralité.
G. Milhaud.
La certitude logique. 2e éd.
Le rationnel.
Murisier.
Malad. du sentim. relig. 3e éd.
Ossip-Lourié.
Pensées de Tolstoï. 3e édit.
Nouvelles pensées de Tolstoï.
La philos. de Tolstoï. 3e éd.
La philos. sociale dans Ibsen.
Le bonheur et l'intelligence.
Croyance religieuse.
Palante.
Précis de sociologie. 4e édit.
La sensibilité individualiste.
D. Parodi.
Le problème moral.
Fr. Paulhan.
La fonction de la mémoire.
Psychologie de l'invention.
Les phénomènes affectifs. 2e éd.
Analystes et esprits synthétiq.
La morale de l'ironie.
Logique de la contradiction.

Péladan.
Philos. de Leonard de Vinci
J. Philippe.
L'image mentale.
Philippe et Paul Boncour.
Anomalies ment. chez les écoliers.
Proal.
Éducat. et suicide des enfants.
Queyrat.
L'imag. chez l'enfant. 4e éd.
L'abstraction dans l'éduc. 2e éd.
Les caractères. 4e éd.
La logique chez l'enfant. 3e éd.
Les jeux des enfants. 3e éd.
La curiosité.
G. Rageot.
Les savants et la philosophie.
G. Renard.
Le régime socialiste. 6e édit.
Rey.
L'énergétique et le mécanisme.
A. Réville.
Dogme de la divinité de J.-C.
Th. Ribot.
Probl. de psychol. affective.
La psych. de l'attention. 11e éd.
La phil. de Schopen. 12e éd.
Les mal. de la mem. 21e édit.
Les mal. de la volonté. 26e éd.
Mal. de la personnalité. 15e éd.
G. Richard.
Social. et science sociale. 2e éd.
Ch. Richet.
Psychologie générale. 8e éd.
Roussel-Despierres.
L'idéal esthétique.
S. Rzewuski.
L'optim. de Schopenhauer.
E. Rœhrich.
L'attention.
Seillière.
Philos. de l'impérialisme.
P. Sollier.
Les phénomènes d'autoscopie.
L'association en psychologie.
Souriau.
La rêverie esthétique.
Sully Prudhomme.
Psychologie du libre arbitre.
Sully Prudhomme et Ch. Richet.
Probl. des causes finales. 3e éd.
Tanon.
L'évolution du droit. 3e éd.
G. Tarde.
La criminalité comparée. 7e éd.
Les transform. du droit. 4e éd.
Les lois sociales. 6e éd.
J. Taussat.
Le monisme et l'animisme
Thamin.
Éducation et positivisme. 3e éd.
P.-F. Thomas.
La suggestion et l'éduc. 5e éd.
Morale et éducation. 3e éd

Sommiers. Imp. Paul BRODARD. — 3-11.